

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ  
СІКОРСЬКОГО»**

**Інженерно-хімічний факультет**

**Кафедра екології та технології рослинних полімерів**

«На правах рукопису»

УДК 676.011

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ М. Д. Гомеля

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

**Магістерська дисертація**

**на здобуття ступеня магістра**

**зі спеціальності 161-Хімічні технології та інженерія**

**на тему: Підвищення ефективності процесів облагородження макулатурної маси у технологічному потоці Приватного акціонерного товариства «Київський картонно-паперовий комбінат» з виробництва туалетного паперу**

Виконав:

студент II курсу, групи ЛЦ-91мп

Кекух Михайло Васильович

Керівник:

Доц., к.т.н., доц.

Мовчанюк Ольга Михайлівна

Рецензент:

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації  
немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_

Київ – 2020 року

**Національний технічний університет України**  
**«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**  
**Інженерно-хімічний факультет**  
**Кафедра екології та технології рослинних полімерів**

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною  
програмою «Хімічні технології переробки деревини та рослинної сировини»  
Спеціальність – 161 «Хімічні технології та інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ М.Д. Гомеля

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на магістерську дисертацію студенту**

**Кекуху Михайлу Васильовичу**

1. Тема дисертації: Підвищення ефективності процесів облагородження макулатурної маси у технологічному потоці Приватного акціонерного товариства «Київський картонно-паперовий комбінат» з виробництва туалетного паперу

науковий керівник дисертації Мовчанюк Ольга Михайлівна, к.т.н., доц.,  
затверджені наказом по університету від «03» листопада 2020р. № 3207-с

2. Термін подання студентом дисертації: «01» грудня 2020р.

3. Об'єкт дослідження: виробництво санітарно-гігієнічних видів паперу з облагородженої макулатурної маси.

4. Предмет дослідження: технологічний потік з виробництва туалетного паперу з облагородженої макулатурної маси.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: обґрунтувати інноваційні зміни в технологічному потоці; навести вимоги до сировини, допоміжних хімічних речовин та готової продукції; технологічну схему виробництва туалетного паперу з облагородженої макулатури маси; розрахувати матеріальний баланс води і волокна, тепловий баланс процесу сушіння; обрати основне технологічне обладнання; навести основні правила безпеки на виробництві; розробити стартап-проект.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: інновації в технології виробництва туалетного паперу технологічна схема; результати

зведеного матеріального балансу; результати теплового балансу; результати стартап-проекту.

7. Орієнтовний перелік публікацій: 1) Кекух М.В., Мовчанюк О.М. Електропровідність катіонообмінних целюлозних мембран для електродіалізу// Збірник тез доповідей XVIII Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсозберігаючі технології та обладнання" (21-22 травня, 2020, Київ). – С. 166 –168.;

2) Кекух М.В., Мовчанюк О.М. Підвищення ефективності облагородження макулатурної маси у виробництві санітарно-гігієнічного паперу// Збірник тез доповідей XIX Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсозберігаючі технології та обладнання" (25-26 листопада, 2020, Київ). – С. 212 –215.

8. Дата видачі завдання «26» \_жовтня\_ 2020 р.

#### Календарний план

<i>№ з/п</i>	<i>Назва етапів виконання магістерської дисертації</i>	<i>Термін виконання етапів магістерської дисертації</i>	<i>Примітка</i>
1	Обґрунтування інноваційних змін,	<b>26.10.20 – 9.11.20</b>	
2	Оформлення вимог до сировини, хімікатів та готової продукції; розрахунок кількості млинів; затвердження технологічної схеми	<b>10.11.20 – 17.11.20</b>	
3	Розрахунок та оформлення матеріального балансу; розрахунок основного технологічного обладнання	<b>10.11.20 – 17.11.20</b>	
4	Розробка заходів з охорони праці	<b>18.11.20 – 24.11.20</b>	
5	Розробка стартап-проекту. Загальне оформлення магістерської дисертації	<b>25.11 – 01.12</b>	

Студент

Науковий керівник дисертації

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

М.В. Кекух  
О.М. Мовчанюк

## РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація: 101 стор., 12 рис., 23 табл., 37 посилань, 2 додатки.

**Актуальність теми:** у зв'язку з відсутністю в Україні целюлозного виробництва, а також високою ціною на імпортований первинний напівфабрикат, постає проблема в пошуку нових альтернативних джерел для виробництва високоякісного санітарно-гігієнічного паперу з облагородженої макулатурної маси, шляхом вдосконалення технології її переробки. Тому, щоб туалетний папір із макулатури задовільняв вимогам, наближеним до показників високоякісного паперу з вибілених первинних целюлозних волокон, удосконалення процесів облагороження макулатурного волокна на ПрАТ «Київський картонно-паперовий комбінат» є актуальним.

**Мета дослідження:** розроблення ефективного технологічного потоку виробництва туалетного паперу із облагородженої макулатурної маси на ПрАТ «Київський картонно-паперовий комбінат».

**Задачі дослідження:** провести аналіз інноваційних рішень процесів облагороження макулатурної маси. Вивчити сучасні технологічні рішення для покращення якості туалетного паперу та техніко-економічних показників виробництва. Виконати вдосконалення технологічного потоку з виробництва туалетного паперу з облагородженої макулатурної маси. Розрахувати матеріальний та тепловий баланси виробництва паперу. Провести розрахунок та вибір основного технологічного обладнання у відповідності з заданою продуктивністю технологічного потоку. Розробити стартап-проект виробництва туалетного паперу з облагородженої макулатурної маси.

**Об'єкт дослідження:** виробництво санітарно-гігієнічних видів паперу з облагородженої макулатурної маси.

**Предмет дослідження:** технологічний потік з виробництва туалетного паперу з облагородженої макулатурної маси; технічне обладнання; сировинна база.

**Методи дослідження:** теоретичні методи дослідження властивостей, впровадженого технологічного обладнання та технологій виробництва туалетного паперу з облагородженої макулатури, математичні методи для проведення технологічних розрахунків матеріального та теплового балансів виробництва паперу.

**Практичне значення одержаних результатів:** результати магістерської дисертації можуть бути впроваджені на підприємствах паперової промисловості, що виробляють санітарно-гігієнічну продукцію для покращення техніко-економічних показників виробництва та якості продукції.

**Публікації :** 1) Кекух М.В., Мовчанюк О.М. Електропровідність катіонообмінних целюлозних мембран для електродіалізу// Збірник тез доповідей XVIII Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсозберігаючі технології та обладнання" (21-22 травня , 2020 , Київ). – С. 166 –168.;

2) Кекух М.В., Мовчанюк О.М. Підвищення ефективності облагородження макулатурної маси у виробництві санітарно-гігієнічного паперу// Збірник тез доповідей XIX Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсозберігаючі технології та обладнання" (25-26 листопада, 2020 , Київ). – С. 212 –215

МАКУЛАТУРНА МАСА, ЗГУЩЕННЯ, ТЕРМОДИСПЕРСІЙНЕ ОБРОБЛЕННЯ, ЕФЕКТИВНЕ ОБЛАГОРОДЖЕННЯ, ФЛОТАЦІЯ, ПРОМИВАННЯ, ВИБІЛЮВАННЯ, ПАПЕРОРІЗНА МАШИНА, СУШІННЯ, НАКАТ, ТУАЛЕТНИЙ ПАПІР

## ABSTRACT

**Relevance of the topic:** due to the lack of pulp production in Ukraine, as well as the high price of imported primary semi-finished products, there is a problem in finding new alternative sources for the production of high quality sanitary paper from refined waste paper by improving its processing technology. Therefore, in order for toilet paper made of waste paper to meet the requirements close to the performance of high-quality paper from bleached primary cellulose fibers, the improvement of waste paper processing at PJSC "Kyiv Cardboard and Paper Mill" is relevant.

**The purpose of the study:** to develop an effective technological flow of toilet paper production from refined waste paper at PJSC "Kyiv Cardboard and Paper Mill".

**Objectives of the study:** to analyze the innovative solutions of the processes of recycling waste paper. To study modern technological solutions to improve the quality of toilet paper and technical and economic indicators of production. To improve the technological flow for the production of toilet paper from refined waste paper. Calculate the material and thermal balances of paper production. Carry out the calculation and selection of the main technological equipment in accordance with the specified productivity of the technological flow. To develop a startup project for the production of toilet paper from refined waste paper.

**Object of research:** production of sanitary and hygienic types of paper from refined waste paper.

**Subject of research:** technological flow for the production of toilet paper from refined waste paper; technical equipment; raw material base.

**Research methods:** theoretical methods of research of properties, introduced technological equipment and technologies of toilet paper production from

refined waste paper, mathematical methods for carrying out technological calculations of material and thermal balances of paper production.

**Practical significance of the obtained results:** the results of the master's dissertation can be implemented in the enterprises of the paper industry, which produce sanitary and hygienic products to improve the technical and economic indicators of production and product quality.

**Publications:** 1) Kekukh M.V., Movchanyuk O.M. Electrical conductivity of cation-exchange cellulose membranes for electrodialysis // Proceedings of the XVIII International scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists "Resource-saving technologies and equipment" (May 21-22, 2020, Kyiv). - P. 166 –168 .;

2) Kekukh M.V., Movchanyuk O.M. Improving the efficiency of waste paper processing in the production of sanitary paper // Collection of abstracts of the XIX International scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists "Resource-saving technologies and equipment" (November 25-26, 2020, Kyiv) . - P. 212 –215

WASTE MASS, THICKENING, THERMODISPERSION TREATMENT,  
EFFICIENT EQUIPMENT, FLOTATION, WASHING, BLEACHING, PAPER  
MACHINE, TOILET PAPER

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	9
1.ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД .....	11
1.1 Загальні відомості про процеси облагородження макулатурної маси .....	11
1.2. Загальні характеристики та обладнання для промивання макулатурної маси.....	15
1.3. Облагородження макулатурної маси методом флотації .....	20
1.4. Вибілювання макулатурної маси.....	25
1.5. Інновації у технології виробництва санітарно-гігієнічних видів паперу.....	28
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....	30
2.1 Стандарти та технічні умови на сировину і готову продукцію ...	33
2.2. Технологічна схема та її опис .....	38
2.3.Матеріальний баланс виробництва продукції.....	49
2.4 Вибір та розрахунок основного технологічного обладнання.....	66
2.5. Розрахунок теплового балансу .....	68
3.ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ НА ВИРОБНИЦТВІ .....	72
4. СТАРТАП-ПРОЕКТ .....	76
ВИСНОВКИ.....	88
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	90
ДОДАТОК А.....	93
ДОДАТОК Б.....	98



## ВСТУП

Зростаючі темпи виробництва паперової продукції потребують вдосконалення діючих технологій з виробництва паперу [1].

З кожним роком в Україні і за кордоном зростає споживання макулатури для виробництва паперу. За рахунок використання макулатури можливо скоротити до 40 % споживання целюлози. Підвищений інтерес до використання макулатури під час виготовлення туалетного паперу пов'язаний також із тим фактом, що волокнисті напівфабрикати, що йдуть на виготовлення санітарно-побутових видів паперу, безповоротно втрачаються.[2] Тому використання макулатури в процесі виробництва туалетного паперу дозволяє не лише розширити сировинну базу, зберегти високоякісні волокнисті напівфабрикати, але і вивести вторинну сировину з сфери виробництва у формі, що не представляє небезпеки для довкілля. [3]

Перероблення вторинних волокон – це економічна і технічна дійсність для паперової індустрії, яка серед інших галузей промисловості посідає одне з провідних місць з перероблення використаних виробів. У світі, взагалі, прогнозується наступна структура утилізації макулатури: 50 % – як вторинне волокно для виробництва паперу та картону, 25 % – як біопаливо, 25 % – захоплення на звалищах. [3]

Традиційно більша частина макулатури переробляється в картон для тари та пакувань та папір санітарно-гігієнічного призначення. Для цього як сировину використовують так звані «коричневі» марки макулатури. Високоякісні «білі» марки мають вищу білість, містять, як правило, значну кількість вибіленої целюлози, а отже можуть бути використані для виробництва такого паперу як газетний, для друку та письма, санітарно-побутового призначення [3].

Макулатура, яка використовується у виробництві туалетного паперу, повинна задовільняти наступним вимогам: бути нетоксичною, не містити механічних домішок, мати необхідний комплекс паперотворчих властивостей.

Для того щоб туалетний папір із макулатури задовільняв вимогам, наближеним до показників високоякісного паперу з вибілених первинних целюлозних волокон, актуальним є підвищення ефективності процесів облагодження макулатурної маси, для того щоб замінити первинний напівфабрикат вторинним.[4].

Це дасть можливість підприємствам галузі отримати продукцію високої якості, знизити її собівартість та виключити імпортозалежність данного виробництва.

## 1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

### 1.1 Загальні відомості про процес облагородження макулатурної маси

Макулатура містить різні види забруднень, серед яких мінеральні включення та включення органічного характеру у вигляді типографської фарби, клеїв, наповнювачів з попередніх циклів виробництва паперу та ін. Більшість марок макулатури, які придатні для виробництва «білих» видів паперу, існують у вигляді друкованої продукції. Друкарська фарба має бути видалена з макулатурної маси в процесі її підготовки, оскільки вона вкрай негативно впливає на білість і інші оптичні властивості готового продукту [5].

Вище зазначені проблеми вирішуються при використанні процесів облагородження макулатурного волокна.

Облагородження дозволяє отримати високоякісний волокнистий напівфабрикат для виробництва писальних, друкованих, санітарно-гігієнічних та інших видів паперу.

Основна мета процесу облагородження макулатурної маси — це відновлення її білості і чистоти до такого рівня, що забезпечує можливість заміни нею первинного вибіленого целюлозного волокна. Основними процесами облагородження макулатури є промивання та сортування вторинного волокна (фізико-механічний процес), флотацію (фізико-хімічний процес) або комбінацію цих процесів; заключний етап облагородження — вибілювання макулатурного волокна [5].

Підвищення показника білизни засноване на хімічних процесах знебарвлення і вибілювання вторинного волокна. Ці процеси вимагають додаткового обладнання і використання допоміжних хімічних речовин, що помітно підвищує собівартість одержуваної готової продукції.

Діаграму впливу розмірів частинок різних речовин на білість і засміченість макулатурної маси наведено на рис. 1.1.

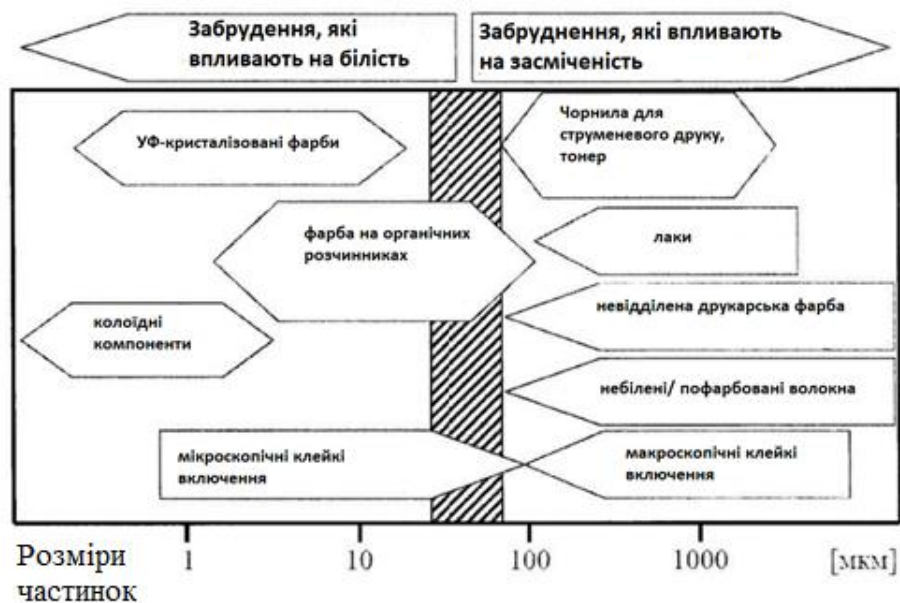


Рисунок 1.1 – Вплив сторонніх частинок різних розмірів на білість та засміченість макулатурної маси

Основними вимогами до якості облагородженої макулатурної маси є: поліпшення оптичних властивостей (нейтральне забарвлення, білість на рівні 65–72 %). При вихідній білості сировини 62–67 % в оптимальних умовах облагороджування можна досягти білості макулатурної маси 85–86 %; міцнісні властивості продукції мають посідати проміжне положення між продукцією з термомеханічної маси і сульфатної целюлози[6];

– мінімальний вміст забруднюючих речовин (смітинок) і клейких частинок[6].

Типографські фарби являють собою стійкі колоїдні системи, які складаються з двох частин: пігменту у вигляді порошків неорганічної та органічної природи та зв'язувальної речовини. Найбільш поширеними серед зв'язувальних речовин є композиційні сполуки у вигляді суміші смол, синтетичних

полімерів, масел та органічних розчинників. Пігменти у свою чергу надають фарбі необхідний колір, а зв'язу — в співвідношенні з пігментом надають їй необхідні структурно-механічні властивості і міцно закріплюють пігмент на поверхні паперу [6]

Опосередкований вплив на процеси облагородження макулатурної маси мають ті способи друку, які використовувались для задрукування паперу. Процес друку являє собою отримання будь-яких відбитків від друкованої форми на поверхні задрукованого матеріалу, які мають графічний характер. В основі традиційних способів друку (високий, плоский, глибокий і трафаретний) покладено використання механічного тиснення.

Разом з тим в поліграфії все більше значення має форма переносу зображення з друкованої форми на поверхню задрукованого матеріалу: світлова, електрична, тепла та ін. Вони широко використовуються при репродукуванні оперативної інформації. В таких друкарських процесах відсутній безпосередній контакт між формою і поверхнею, яка задруковується, цим самим і відрізняються від процесів, в яких використовується механічна енергія. Кожному виду енергії властиві свої технологічні процеси створення формних зображень, їх перенесенням на задруковані поверхні, а також фарбуючі речовини [6].

Процес облагородження ММ шляхом видалення з неї частинок друкарської фарби зазвичай проводиться у дві стадії:

1. Відділення частинок друкарської фарби від волокон суспензії і переведення її в водну фазу;
2. Видалення частинок друкарської фарби з водної фази суспензії і отримання чистого волокна. Цей процес здійснюється двома способами: промиванням, флотацією, або комбінуванням цих процесів[6].

Першу стадію процесу облагородження ММ проводять у лужному середовищі. Під впливом лужних реагентів, тепла, механічної дії на макулатуру

та за рахунок дії ротора гідророзбивача, зв'язуючі речовини омилюються і фарба втрачає зв'язуючу властивість. Крім того, відбувається процес набухання волокон, який також, у свою чергу, забезпечує відрив частинок типографської фарби з поверхні волокон. Однак, у випадку надлишку луку абсорбційна здатність волокна, яке набухло, підвищується, що супроводжує повторне осадження фарби на їх поверхню. [6]

Більш повне відділення часточок фарби від волокон спостерігається при додаванні поверхнево-активних речовин, котрі поліпшують змочування фарби водою за рахунок зниження поверхневого натягу молекул типографської фарби. Внаслідок цього фарба стає гідрофільна, що прискорює процес її диспергування. Така хіміко-механічна обробка макулатури в гідророзбивачі сприяє більш повному видаленню частинок фарби з поверхні [6].

Видалення друкарської фарби зазвичай здійснюється при переробці газетної (МС-8В) та книжково-журнальної (МС-7Б) макулатури з деревної масою (ДМ), а також з офісної макулатури без вмісту ДМ. Наявність макулатури з пакувального паперу і картону темних відтінків для облагородження небажана, оскільки при цьому буде знижуватися загальна білість ММ [6].

Критерієм достатнього рівня білості, одержуваної в результаті облагороджування ММ, зазвичай є білість незадрукованих ділянок поверхні паперу, використаної в якості макулатурної сировини. Крім того, для оцінки ефективності облагородження ММ використовують коефіцієнт видалення друкарської фарби (від 0 до 100%) або величину залишкової концентрації друкарської фарби. Для оцінки оптичних властивостей облагородженої ММ використовують коефіцієнт спектрального відображення, який визначають за допомогою спектрофотометра [6].

Також можливе проведення розпуску макулатурної сировини у лужному середовищі, з метою запобігання пожовтіння маси. Для цього в гідророзбивач вносять добавки вибілювального розчину — пероксид водню + силікат

натрію + гідроксид натрію (так званий силікатно-лужний модуль [7]). Тому вибілювання макулатурної маси пероксидом водню можна розглядати як стадію, яка завершує процеси облагородження вторинного целюлозного волокна, і як остаточний ступінь обробки для досягнення високого рівня показника білизни. Основною відмінністю целюлозної суспензії з вторинного волокна, що надходить на вибілювання, є неоднорідність її складу як по волокну, так і по масовій частці зольних компонентів. У процесі вибілювання целюлози пероксидом водню використовують поняття загальної лужності (або силікатно-лужного модуля) реакційної системи:  $\text{ОЩ} = \text{NaOH} + 0,112 \text{Na}_2\text{SiO}_3$  (% а. с. целюлози) [7].

Розпускання при високій концентрації є сучасним технічним заходом, який дозволяє внаслідок тертя елементів маси відокремити друкарську фарбу від волокон в присутності хімікатів. Концентрація маси на цьому етапі може бути 15...40 %, а температура маси – 40...50 °С. В процесі розпускання, зазвичай, застосовують: їдкий натр (NaOH), пероксид водню (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) і силікат натрію (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>). Їдкий натр (каустик) використовують для створення лужного середовища в масі і для омилення та/чи гідролізу зв'язуючих фарб.

Висока лужність їдкого натру сприяє набуханням волокон, що полегшує відокремлення фарби. [7].

## **1.2 Загальні характеристики та обладнання для промивання макулатурної маси**

Процеси промивання макулатурної маси також мають вплив на якість паперу з облагородженої макулатури. При використанні різних способів промивання, втрати волокна і наповнювачів можуть становити 30...35 %, а при переробці макулатурної сировини, що містить крейдований папір, втрати можуть досягати 50 %. [8]

Встановлено, що добре дисперговані частинки фарби, які містяться у волокнистій суспензії, вільно проходять через систему фільтрів з діаметром отворів  $10\div 100$  мкм, не осідаючи на волокнах. Це відбувається тому, що в сітці волокон, що утворюються на фільтруючій перегородці, відстань між волокнами більша за розміри диспергованих частинок фарби [8].

Збільшенню розмірів частинок фарби сприяє використання солей кальцію (як правило,  $\text{CaCl}_2$ ), що утворюють вапняне мило при взаємодії з жирними кислотами. Додаток солей кальцію необхідна для підвищення жорсткості обігової води, що використовується для розбавлення волокнистої суспензії перед подачею на флотаційну обробку. Коагуляція часток фарби і підвищення розмірів пластівців, що утворюються, запобігають зворотному їх осадження на волокно [8]. Необхідною умовою ефективної флотації є попереднє відокремлення частинок фарби від волокон таким чином, щоб вони могли вільно рухатись в суспензії. Частинки також повинні мати певні розміри. Таким чином, механічна і хімічна підготовка волокнистої суспензії відіграє дуже важливу роль.

Вміст дрібних домішок в ММ і їх компонентний склад залежать від марки макулатури, технології її переробки та вимог, що пред'являються до кінцевої продукції.

У табл. 1. представленні завдання промивання від небажаних включень ММ, залежно від виду отримуваної продукції. Локальна очистка фільтрату від промивання дозволяє скоротити втрати волокна і наповнювача. Регулювання вмісту твердих речовин у фільтраті може бути здійснено безпосередньо в промивних апаратах.

Повернення в виробництво вторинного вибіленого целюлозного волокна для випуску паперу санітарно-гігієнічного призначення значно підвищує економічну ефективність переробки даного типу макулатурної сировини [9].



Таблиця 1 – Вимоги, що пред'являються до ММ за вмістом небажаних домішок, що видаляються при промиванні

Готовий продукт	Необхідно видалити		
	мінеральні компоненти	обривки волокон	частинки друкованої фарби
Газетний папір	-	-	+
Суперкаландрований папір	частково	частково	+
Злегка крейдований папір	+	частково	+
Санітарно-гігієнічний папір	+	частково	+

Промивання здійснюють шляхом попереднього розбавлення ММ водою і її подальшого зневоднення, схожого з процесом згущення. Промивання відрізняється від звичайного згущення ММ тим, що при звичайному згущуванні фільтрат практично без додаткового очищення може бути використаний в якості технологічної (оборотної) води. Після промивання ММ необхідне обов'язкове очищення фільтрату, що використовується в подальшому для розведення маси, з метою запобігання втрати білості волокнистого напівфабрикату[13].

Найбільш важливими показниками маси, від яких залежить продуктивність промивного обладнання, є ступінь млива, концентрація, температура, фракційний склад і вид маси. Для отримання високого ефекту промивання частинки фарби повинні бути добре дисперговані. Цього можна домогтися за допомогою ТДУ і розмелювання маси, а також використанням спеціальних реагентів - диспергаторів[13].

При підготовці ММ для виробництва санітарно-побутових видів паперу слід звертати особливу увагу на економічну ефективність процесу переробки макулатури марки МС-7Б. Так як кількість наповнювача і дрібного волокна в даній макулатурі може досягати 50%, то вихід готового волокна в ММ може

знизитися до 60% і менше. Крім того, включення промивання в технологічну лінію переробки макулатури призведе до підвищення УРЕ при тому, що для досягнення необхідної мінімальної зольності в ММ ( $2 \div 3\%$ ) необхідно використовувати не менше двох ступенів промивання. При високому вмісті часток зольних елементів (наповнювача) в фільтраті від промивання збільшується навантаження на обладнання локальної очистки виробничої води. [13].

Для промивання маси використовують різні види обладнання. На рис. 1.2 наведені дані по ефективності промивання ММ, що містить  $15 \div 17\%$  наповнювача при використанні різного типу промивного обладнання. [13]



Рисунок 1.2 – Порівняння ефективності промивання для різного промивного обладнання.

Широке поширення в технологічних лініях промивання з метою скорочення втрат волокна отримали різні конструкції стрічкових пресів[13].

Конструкцію стрічкового пресу наведено на рис 1.3

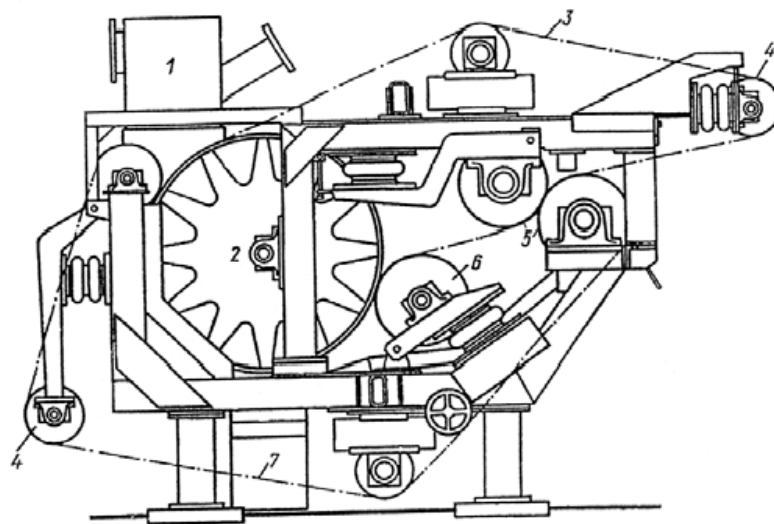


Рисунок 1.3 – Конструкція стрічкового пресу.

Апарат типу OptiThick GAP-Washer фірми Valmet відноситься до групи стрічкових пресів і дозволяє регулювати ступінь зневоднення ММ і видалення дрібних волокон. Технологія GAP-Former забезпечує високу якість промивання ММ при високій продуктивності. Концентрація надходить маси  $0,7 \div 1,4\%$ . Продуктивність апарату від 115 до 400 т / добу по волокну [13].

Промивний апарат Dynamic Washer фірми GL & V являє собою сортування, що працює під тиском, наведено на рис 1.4. Ротор апарату виконаний у вигляді циліндра з численними напівсферичними виступами.

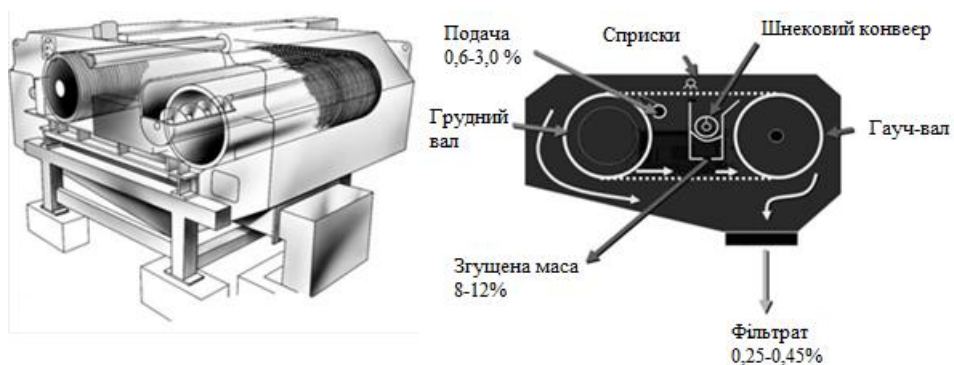


Рисунок 1.4 – Зовнішній вигляд і схема роботи установки для промивання маси.

Сито сортувалки має такі дрібні отвори, що через них можуть проходити тільки частинки наповнювача, друкарської фарби та обривки волокон. На відміну від звичайних сортувалок, в даному апараті волокна утримуються на ситі, а відокремлений від суспензії фільтрат відводиться для подальшої обробки або використання[11].

Як апарат для промивання ММ може бути використаний згущувач OptiThick GT фірми Valmet. [12] Продуктивність апарату  $100 \div 200$  т / добу по волокну. Ефективна площа фільтрації барабана становить 80%, концентрація надходить маси від 0,1%, промитої суспензії - до 5%.

### **1.3 Облагородження макулатурної маси методом флотації**

Флотація — метод видалення забруднень, заснований на здатності гідрофобних частинок забруднень прикріплюватися до бульбашок повітря і переміщатися разом з ними до поверхні суспензії. В розбавлену масу подають повітря, яке, піднімаючись на поверхню у вигляді бульбашок, попутно захоплює гідрофобні частинки фарби, крейдованих покриттів, наповнювачів, липких забруднень, а гідрофільні волокна залишаються в суспензії. Суміш бульбашок повітря і гідрофобних частинок з водними прошарками утворює піну, яку видаляють з поверхні маси за допомогою скребків, переливу або вакуумного відсмоктування [6].

Сировиною для проведення процесу флотації за звичай є високозольна макулатура. Висока зольність сприяє піноутворенню, а також більш ефективному видаленню друкарської фарби. Оскільки гідрофобні властивості мають не лише частинки друкарської фарби, але і частинки наповнювача, при флотуванні відбувається їхнє часткове видалення. Це призводить до втрати маси з піною [6].

Використання колектора дозволяє, в свою чергу, підвищити стабільність, концентрацію і зольність піни. Зменшення зольності маси на виході з

флотаційної установки може досягти 50 %. Таким чином, основні якісні характеристики процесу видалення друкарської фарби – не лише білість, чистота, зольність маси, але і втрати маси з піною. Ця обставина має велике значення при визначенні композиції макулатурної сировини і розрахунку економічних показників роботи підприємства[15].

Облагороджування макулатури за допомогою флотації дозволяє здійснювати глибоке перероблення друкарських видів макулатури і використовувати її для заміни вибілених напівфабрикатів. Видалення друкарської фарби зробило можливим використання до 100 % макулатури в композиції газетного і санітарно-побутового паперу, а також широке використання макулатури в композиції інших видів паперу й картону[15].

При флотації дуже важливе дотримання певного рівня концентрації маси. Завищення рівня концентрації ускладнює підйом забруднень, що виносяться бульбашками повітря. Зниження рівня концентрації призводить до того, що разом з бульбашками повітря в шар піни можуть потрапляти і целюлозні волокна, посилюється турбулентність потоку [15].

Чим вища гідрофобність частинок домішок, тим міцніший їх зв'язок з бульбашками повітря і тим стійкіша піна. Для підвищення стабільності піни застосовуються флотаційні реагенти (флотореагенти): емульсії неіоногенних поверхнево-активних речовин (ПАР) (акрилові ефіри оксиду поліетилену), модифіковані жирні кислоти, натрієве мило[15].

При видаленні друкарської фарби методом флотації забезпечується ефективне видалення частинок розміром від 10 до 250 мкм при збереженні обривків волокон і частини наповнювача. Розміри частинок друкарської фарби в суспензії (сажа та пігменти) -  $0,02 \div 0,1$  мкм, агломератів флексографічної фарби -  $1 \div 5$  мкм, офсетної фарби - 100 мкм. Розміри агломератів окисленої друкарської фарби, які міцно скріплені з волокнами, можуть досягати 500 мкм і більше. Для підвищення ефективності флотації необхідно забезпе-

чити зменшення розмірів великих частинок фарби, а частки малих розмірів повинні бути укрупнені[15].

Типовими параметрами експлуатації флотаційних камер є: концентрація маси  $0,8 \div 1,5\%$ , температура  $40 \div 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , величина рН  $7 \div 9$ . Ставлення об'ємної витрати повітря до об'ємній витраті суспензії становить  $300\%$ , іноді до  $1000\%$ . Оптимальний розмір частинок забруднень для флотації знаходиться в межах  $20 \div 200\text{ мкм}$ . У деяких випадках вдається забезпечити видалення частинок розміром до  $500\text{ мкм}$ [15].

Для підвищення ефективності процесу флотації використовують гідроксид натрію (каустик), що сприяє, набуханням волокон, що супроводжується відділенням фарби від волокна і інтенсифікує розпуск макулатури в гідророзбивачі[15].

Технологічні лінії підготовки ММ для виробництва паперу часто включає два ступені флотації: попередню флотацію і постфлотацію. Дані терміни визначають місце цих ступенів по відношенню до термодисперсійної обробки. На ступені попередньої флотації видаляється до  $90\%$  частинок друкарської фарби, що підвищує білизну суспензії на  $6 \div 15\%$ , в залежності від складу макулатурної сировини. Другий ступінь флотації (постфлотація) застосовується для підвищення чистоти волокнистого напівфабрикату, і приріст білості в ній не перевищує  $2\%$ . Постфлотацію виробляють без використання хімічних реагентів, що дозволяє видалити з волокнистої суспензії частину хімічних речовин, наприклад, ПАР. [15]

Флотаційна камера типу EcoCell with Low Energy Flotation фірми Voith (рис. 1.3) виконана у вигляді еліптичної труби з окремими осередками, оснащена інжектором типу CF із ступінчастим дифуззором і має другий ступінь флотації для зменшення втрат волокна. Ця камера дозволяє: ефективно видаляти частинки фарби, липких забруднень і наповнювачів розміром  $5 \div 500$

мкм; використовувати її в широкому діапазоні навантажень; видаляти зольні елементи завдяки двоступеневій конструкції [4].

Фірма Kadant Lamort випускає багатозонний флотатор типу MacCell. [5]

Основною частиною установки є флотаційна камера, що складається з трьох-п'яти флотаційних комірок, встановлених одна над іншою (рис. 1.7).

Робота флотаційної камери відбувається наступним чином.

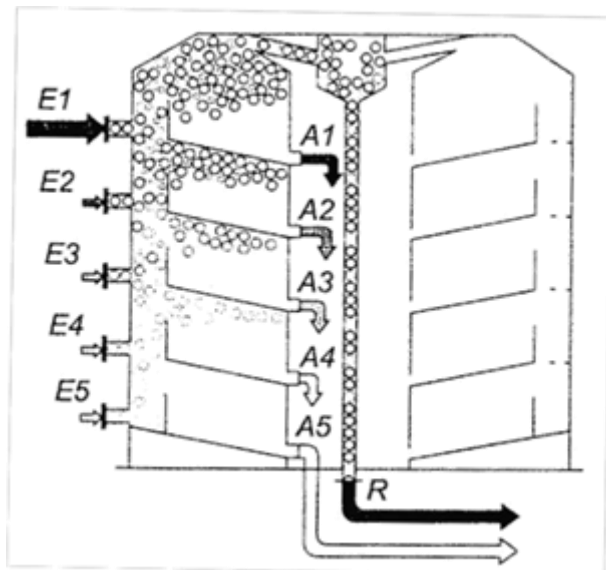


Рисунок 1.7 – Схема флотаційної камери Mac-5A, що містить 5 комірок

Неочищена маса після насичення повітрям інжектором подається в верхню камеру через патрубок E1. Маса, що виходить з верхньої осередки через патрубок A1, насосом подається на вхід E2, перед яким знову насичується повітрям. З патрубку A2 маса подається на вхід E3 і т.д. до найнижчої осередки, звідки через патрубок A5 відводиться очищена маса. Відходи збираються в верхній частині камери і відводяться по центральному каналу R[5].

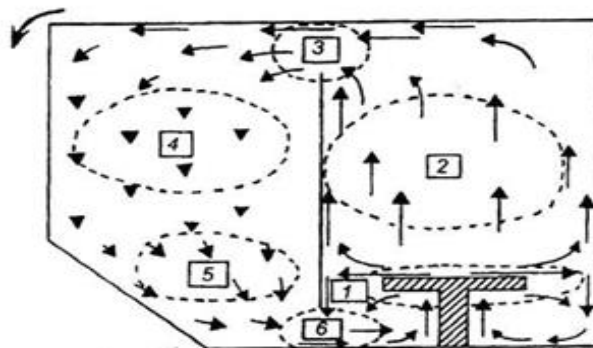
Повітря подається в волокнисту суспензію через спеціальні змішувальні пристрої з інжекторами, які розташовані зовні камери. Це дозволяє, в разі необхідності, регулювати кількість повітря, що подається. Флотаційна камера закрыта і всередині неї відбувається рециркуляція повітря [5].

Видалення відходів відбувається при невеликому надлишковому тиску, його можна регулювати для запобігання виносу волокна разом з піною. Завдяки цьому в більшості випадків немає необхідності в обробці маси у вторинних флотаційних установках. Продуктивність таких установок становить від 75 до 240 т / добу по волокну [5].

Фірма Valmet розробила флотаційний апарат MuST Flotation Cell (рис. 1.8), у якому диспергування і перемішування повітря в суспензії здійснюються в спеціальному роторном пристрої. [5]

Перевагами такого конструктивного рішення є:

- поєднання декількох ступенів флотації в одній камері;
- відсутність насосів для перекачування суспензії на наступні ступені, внаслідок чого витрата енергії виробляється тільки на аерацію маси ;
- висока концентрація відходів (понад 4%);
- можливість регулювання співвідношення витрат суспензії і повітря



- 1 - зона високої турбулентності і швидкості потоку;
- 2 - зона низької турбулентності і високої швидкості потоку;
- 3 - зона відділення повітря і зменшення швидкості потоку;
- 4 - зона відділення повітря і низької швидкості потоку;
- 5,6 - зона швидкого збільшення швидкості потоку повітря.

Рисунок 1.8 – Схема руху потоків MM у флотаційній камері MuST Flotation Cell



Результати випробування цього апарату показали, що оброблена суспензія може мати більш високу вихідну концентрацію - 1,5 проти 1,1% для існуючого флотаційного обладнання. Цей пристрій дозволяє скоротити площі, які займають флотаційні установки, витрати на транспортування відходів, а також зменшити витрату свіжої води [6].

Видалення частинок друкарської фарби пов'язано з неминучими втратами волокна, які залежать від ступеня видалення зольних елементів. Зазвичай зниження зольних елементів на 50% супроводжується загальними втратами твердих речовин на 16%. Втрати дрібних волокон становлять до 3-4% [6].

#### **1.4 Вибілювання макулатурної маси**

Важливою операцією технологічного процесу переробки макулатури в високоякісний волокнистий напівфабрикат є вибілювання, яке здійснюється в тих випадках, коли пред'являються підвищені вимоги до білості ММ.

Технологія вибілювання вторинного волокна заснована на тих принципах, що і вибілювання первинного волокна. Однак, при переробці макулатурної сировини, що містить вибілене целюлозне волокно, процеси промивання, диспергування і флотації, а також біохімічної обробки, що призводять до збільшення показника білизни целюлозної маси, також можна вважати процесами «вибілювання» вторинного волокна [17].

Повернення в виробництво вторинного вибіленого целюлозного волокна для випуску паперу санітарно-гігієнічного призначення значно підвищує економічну ефективність переробки даного типу макулатурної сировини [17].

На процеси вибілювання мають істотний вплив технологічні параметри на всіх стадіях розпуску і облагородження вторинного волокна. Тому тільки комплексний підхід до процесу вибілювання макулатурного волокна, що враховує якість макулатурної сировини і технологічні можливості поперед-

нього його очищення, в тому числі за рахунок обробки ферментами, дозволить досягати високих значень показника білизни макулатурного напівфабрикату при раціональній витраті вибілюючих реагентів [17].

Для проведення процесу знебарвлення і вибілювання макулатурної маси застосовують технологічне обладнання, яке використовується для вибілювання первинного целюлозного волокна. Розроблено різні технологічні схеми процесу відбілювання на основі безхлорних вибілюючих реагентів із застосуванням молекулярного кисню, пероксиду водню, гідросульфиту натрію і FSA (Formamidine Sulfinic Acid) [17]. Пероксид водню внаслідок його вибілюючої дії, допомагає компенсувати ефект пожовтіння волокон механічної маси від дії їдкого натру. Для ефективної роботи пероксиду необхідні високі концентрації і температура маси, а також необхідний рівень pH [17].

На ефективність вибілювання перексидом водню впливає витрата гідроксиду натрію. При малій витраті гідроксиду натрію вибілюючий розчин буде недостатньо активний, а при надмірному - білість ММ може знизитися внаслідок посилення реакції гідроксиду натрію з лігніном волокна

Силікат натрію використовують для стабілізації пероксиду водню. Також він утворює буферний розчин в області найбільш ефективної роботи пероксиду. Присутність силікату натрію покращує відокремлення фарби від волокна в лужних умовах. Завдяки аніонному заряду, силікат натрію підвищує сили електростатичного відштовхування між компонентами суспензії, створюючи ефект диспергації[17].

Дозування хімікатів визначається відсотковим відношенням до маси абсолютно сухого волокна завантаженої в гідророзбивач макулатури, і як правило становить: 1 % NaOH, 1 % H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 1,5 % Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>. Залежно від виду макулатури, яку перероблюють, витрати хімікатів можуть змінюватися[17].

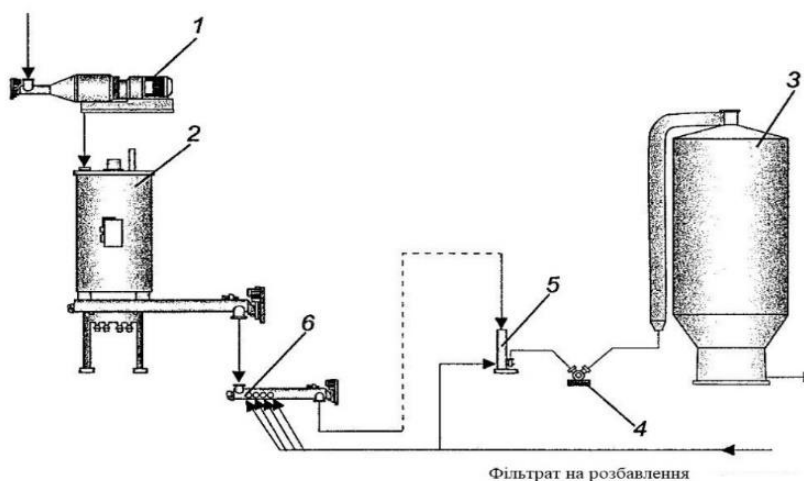
Для знебарвлення вторинних волокон можливе застосування двостадійне вибілювання. На першому ступені зазвичай проводять вибілювання з

використанням пероксиду водню та / або кисню при підвищеному тиску, а на другий - застосовують дітїонїт натрію або FAS.

Умови проведення процесу знебарвлення вибирають в залежності від вмісту волокон деревної маси в макулатурі. Для підвищення ефективності процесу, обробку дітїонїтом натрію проводять при температурі  $80 \div 100$  ° С і при рН 7 і вище. Вибілювання макулатури з підвищеним вмістом деревної маси (МС-8 В) проводиться дітїонїтом натрію при рН  $5,5 \div 7,5$ , температурі  $50$  ° С і концентрації маси  $3 \div 4\%$ . При витраті дітїонїту натрію  $0,2 \div 1,0\%$  до маси волокна приріст білизни становить від 4 до 6% ISO [17].

На рис.1.9 представлена технологія пероксидного вибілювання макулатурного волокна при високій концентрації маси, запропонована фірмою Valmet [17]. Така технологія вибілювання дає наступні переваги:

- можливість підвищення концентрації відбілюючих реагентів;
- збільшення швидкості реакцій в апаратах;
- посилення процесів окисної деструкції фарбувальних речовин, що містяться в сукна целюлози (знебарвлення).



1 - диспергатор; 2 - башта для вибілювання  $H_2O_2$ ; 3 - живильна труба; 4 - башта зберігання маси 5 - змішувачі; 6 - МС-насоси; 7 - гвинтовий конвєсер

Рисунок 1.9 – Технологічна схема вибілювання макулатурної маси пероксидом водню

## **1.5 Інновації у технології виробництва санітарно-гігієнічних видів паперу**

Інновації у виробництві – це новостворені або вдосконалені конкурентоспроможні технології, продукція, або послуги, а також організаційно-технічні рішення виробничого, адміністративного, комерційного, або іншого характеру, що істотно поліпшують структуру та якість виробництва, або соціальної сфери [19]. Традиційно інновації на промислових підприємствах стосується забезпечення основного циклу виробництва, зокрема саме фази від запуску підготовленого продукту у виробництво до його відвантаження. Інтелектуалізація здійснюється на початковій та поствиробничій фазі. Однак, за використання підходів нового управління, процеси інтелектуалізації мають відбуватись на усіх фазах циклу. Крім цього має місце пошук та акумуляція похідних ресурсів та продуктів як матеріальних, так і нематеріальних, які можуть виникнути під час основного виробництва, які, у разі доречності та потреби можуть бути комерціалізовані або використані на підприємстві [20].

ПрАТ "Київський картонно-паперовий комбінат складається з трьох основних виробництв: картонне виробництво з випуску пакувальних крейдованого і некрейдованого картону, тарного картону, включаючи папір для гофрування, загальною потужністю 240 тис. т картону на рік; паперове виробництво з випуску паперу-основи для товарів санітарно-гігієнічного призначення масового споживання, а також готових паперових виробів: рулончиків туалетного паперу, серветок, рушників, загальною потужністю 70 тис. т паперу-основи на рік; завод гофротари — сучасне виробництво гофрокартону та упаковки, укомплектоване устаткуванням провідних фірм Європи, загальною потужністю 335млн. м<sup>2</sup> гофрокартону на рік [ 2].

1. Удосконалення технологічного потоку з виробництва туалетного паперу із облагородженої макулатурної маси полягає у переобладнанні підготовки макулатурної маси двома окремими потоками.

- Перший: для марок макулатури групи А без застосування облагородження.

- Другий: для марок макулатури групи Б і В із застосуванням схеми облагородження.

Це все для зниження собівартості – економічна перевага виробництва.

Не відбувається пошкодження волокна

2. Розроблена технологія облагородження макулатури групи Б і В:

- Застосування двостадійної флоатації з використанням флоатаційних систем EcoCell, термодисперсійної установки для максимального відокремлення фарби від волокна та усунення клейкої дії всіх включень клейкого характеру. Встановлення промивання після 2-гої стадії флоатації для видалення фарби з розміром часток менше 10 мкм і наповнювача.

Введення стадії пероксидного вибілювання для забезпечення білості 85-90%.

- Введення стадії постфлоатації для очищення оборотної води і повернення її у виробництво

Двостадійна флоатація – для максимального видалення друкарської фарби з розміром частинок менше 10 мкм.

Використання найсучаснішого енергоефективного обладнання з високою продуктивністю дає змогу виготовляти продукцію із облагородженої макулатурної маси, яка за своїми показниками якості, та високій білості близька до продукції із первинного целюлозного волокна, а два потоки розпуску макулатури для обраних марок дозволяє зменшити загальні втрати волокна під час виробництва. При цьому виробництво туалетного паперу з облагородженої макулатури є значно дешевшим ніж з вибіленої целюлози. Це дозволяє знизити ціну на готову продукцію, якість якої не буде поступатися аналогічній продукції із первинного волокна, що забезпечує високу її конкурентоспроможність на ринку та потреб споживачів.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Вимоги до сировини та готової продукції

Марки макулатури для виробництва туалетного паперу з облагородженої макулатурної маси за ДСТУ 3500:2019 наведено в табл. 2.1

Таблиця 2.1 – Марки макулатури

Група	Марка	Підмарка	Склад
	МС-1А-1		Відходи перероблення білого непігментованого паперу із 100 % біленої целюлози без друку та лініювання, без ламінованого, лакованого, парафінованого та іншого покриття і просочення (синтетичними смолами, парафіном, воском, жироподібними речовинами тощо): папір для друку, малювання, писальний, креслярський, санітарно-гігієнічного призначення та інші види білого паперу без гільз
	МС-1А-2		Відходи перероблення білого паперу із 100 % біленої целюлози, в тому числі пігментованого, без друку та лініювання, без ламінованого, лакованого, парафінованого та іншого покриття і просочення (синтетичними смолами, парафіном, воском, жироподібними речовинами тощо): папір для друку, малювання, писальний, креслярський та інші види білого паперу без гільз
	МС-2А-1		Відходи перероблення білого паперу різного за складом, з лініюванням або без нього (крім газетного) без пігментованого покриття, без покриття і просочення синтетичними смолами, парафіном, воском, жироподібними речовинами тощо та без ламінування

## Продовження таблиці 2.1

	МС-2А-2		Відходи перероблення всіх видів білого паперу (крім газетного) з лініюванням, кольоровою смужкою (площа друку не більше 20 % площі поверхні), у тому числі з пігментованим покриттям, але без покриття і просочення (синтетичними смолами, парафіном, воском, жироподібними речовинами тощо) та без ламінування
		МС-2А-2-1	Відходи виробництва та перероблення виробів санітарно-гігієнічного призначення із 100% біленої целюлози. Допустимо наявність паперових гільз не більше 10%.
	МС-6Б-1		Відходи виробництва та перероблення картону із біленої целюлози без друку
	МС-6Б-2		Відходи перероблення картону із біленої целюлози з чорно-білим та кольоровим друком
		МС-6Б-3-1	Відходи виробництва перероблення та використання макулатурного картону кольору натурального волокна (коричневого) не забарвленого в масі
Б	МС-7Б-1		Відходи виробництва поліграфічної галузі: обрізки, книги, журнали, брошури, проспекти, каталоги та інші види продукції без опрацювання; нереалізовані книги, журнали, брошури, проспекти, каталоги, блокноти, зошити, записні книжки, плакати та інші види друкованої продукції і паперових білових товарів, які видано на білому папері, крім газетного з однофарбовим та кольоровим друком, без твердого приклеєного опрацювання, палітурок, обкладинок та корінців

Продовження таблиці 2.1

		МС-7Б-1-1	Відходи виробництва зошитів (обрізки білого паперу з лінуванням, обриви білого паперу з вмістом деревної маси не більше ніж 50%) , браковані зошити. Допустима наявність кольорових обкладинок зошитів, але не більше ніж 10%
		МС-7Б-1-2	Відходи (обрізки) поліграфічної галузі, паперово-білих товарів, виданих на білому не пігментованому папері з одноколірним або кольоровим друком з вмістом деревної маси не більше ніж 50% ( площа друку не більша ніж 20%)
Б	МС-7Б-2		Використані книги, журнали, брошури, проспекти, каталоги, блокноти, зошити, записні книжки, плакати та інші види друкованої продукції і паперово-білих товарів, які видано на білому папері, крім газетного з однофарбовим та кольоровим друком, без твердого приклеєного опрацювання, палітурок, твердих обкладинок та корінців
		МС-7Б-2-1	Папір офісний сортований задрукований на апаратах розмножувальної техніки. Допустима наявність білого газетного паперу та картону, але не більше ніж 10%
В	МС-8В-1		Відходи перероблення газетного паперу без друку
	МС-8В-2		Відходи газетного паперу з друком та нереалізовані тиражі газет
	МС-8В-3		Газети, що були у використанні

Фізико-хімічні показники пероксиду водню за ГОСТ 177-88 наведено в табл. 2.2.



Таблица 2.2 – Фізико-хімічні показники пероксиду водню

Наименование показателя	Норма			
	Медицинская	техническая		
		А	Б	
			Высший сорт	Первый сорт
	ОКП 21 2352 0600	ОКП 21 2352 0100	ОКП 21 2352 0220	ОКП 21 2352 0230
1. Внешний вид	Бесцветная прозрачная жидкость			
2. Массовая доля перекиси водорода, %	30-40	35-40	35-40	30-40
3. Массовая концентрация серной кислоты, г/дм <sup>3</sup> , не более	0,30	0,35	-	-
4. Массовая концентрация уксусной кислоты, г/дм <sup>3</sup> , не более	-	-	6	8
5. Массовая концентрация нелетучего остатка, г/дм <sup>3</sup> , не более	0,6	0,7	0,7	0,7
6. Содержание мышьяка	Должна выдерживать	-	-	-

В процессах облагородження макулатурної маси використовується їдкий натр, показники якості якого представлено у табл. 2.3. (згідно ГОСТ 2263)

Таблица 2.3 – Фізико-хімічні показники гідроксиду натрію

Наименование показателя	Нормы показателя
1. Массовая доля сернокислого натрия	99,0
2. Массовая доля потерь при прокаливании	0,5
3. Массовая доля нерастворимых в воде	0,010
4. Массовая доля аммония (NH <sub>4</sub> ), %, не более	0,0005
5. Массовая доля нитратов (NO <sub>3</sub> ), %, не более	0,0010
6. Массовая доля фосфатов (РОД, %, не более	0,0020
7. Массовая доля хлоридов (С1), %, не более	0,0050
8. Массовая доля железа (Fe), %, не более	0,0020

Показники якості туалетного паперу марки СГ-18 повинні задовільняти вимоги ТУ 17.1-05509659-033:2013 (змiна №1) за 26.10.2020, які наведено в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Показники якості паперу марки СГ- 18

Назва показника	Норма для паперу марки	Методи випробування
	СГ- 18	
1. Маса паперу площею 1 м <sup>2</sup> , г	18±1,0	Згідно з ДСТУ 2297 ДСТУ ISO 12625-6
2. Ступінь крепування, % не менше	Відповідно до замовлення / від 10% до 18%	Згідно з ДСТУ 2334 Арбітражн. ДСТУ 2334
3. Руйнівне зусилля, Н, не менше:		
- у машинному напрямку;	2,3	Згідно з ДСТУ 2334
- у поперечному напрямку	1,3	Арбітражн. ДСТУ 2334
4. Руйнівне зусилля у вологому стані, Н, середнє значення з двох напрямів не більше:	0,09	ДСТУ ISO 3781 експертський метод: температура 105°C, 5 хвилин
5. Капілярне всмоктування в середньому з двох напрямів, мм, не менше	22	Згідно з ГОСТ 12602
6. рН водної витяжки,	4,5-9,1	Згідно з ДСТУ ISO 6588-1
7. Вологість, %	4,5-8,0	ДСТУ ISO 6588-1
8. Розчинність паперу, %	Не менше 70	Методика №20 ПрАТ ККПК темп.105°C, 5 хвилин
9. Білість, %:		
- без оптичного вибілювача;	Не менше 80	ДСТУ EN ISO 12625-15
- з оптичним вибілювачем;	90	ДСТУ EN ISO 12625-15
10. Зольність, %	Не більше 3	ДСТУ EN ISO 12625-15

## 2.2 Технологічна схема та її опис

Технологічний процес підготовки макулатурної маси розділений на два потоки для різних марок макулатури. У гідророзбивач ST першого потоку (1) макулатура лише марок МС-2А-1, МС-2А-2, МС-1А-1, МС-1А-2, а також підмарка МС-2А-2-1. Завантаження у гідророзбивач здійснюється періодично, для розпуску макулатури використовується обігова вода. Для підтримання рівня маси встановлюється переливний бачок. Об'єм маси в гідророзбивачі повинен бути постійним для забезпечення постійної концентрації маси, яка складає 3,5 %

Для безперервного очищення маса з гідророзбивача поступає до камери періодичного сепаратора забруднень (3), яка має патрубок для входу маси з гідророзбивача, та патрубок для випускання сепарованих забруднень. Періодичний сепаратор використовують для чищення макулатури від небажаних домішок. Відходи, які відмиті від волокна освітленою водою поступають до барабану OBN-1 (3), який використовується для згущення та зневоднення відходів сортування.

Далі на апараті OLV-600 (4), який є зневоднюючим пресом, проводиться остаточне зневоднення відходів сортування. Відпресовані відходи поступають на конвейєрну стрічку, а звідти в бункер відвалу.

Далі масу подають на вихровий очисник OM-02 (6) з масовою часткою волокна 3,5 % для очищення маси від сторонніх грубих включень. Після цього відсортована макулатурна маса надходить на напірнусортувальку-доволокнювач VDT-40 (7), функціональним органом якої є сортувальне сито, яке має отвори діаметром 1,8 мм. Маса інтенсивно доволокнюється, частинки, які менші отворів сортувального сита, відокремлюються і під тиском попадають до патрубку виходу якісної маси. відходи сортування направляються у відвал, а відсортована макулатурна маса відправляється у басейн пі-

для сортування, а після цього у буферний басейн, де змішується із облагороженою макулатурною масою.

Марки макулатури МС-6Б-3, МС-7Б1, МС-7Б-2, МС-8В-1, МС-8В-2, МС-8В-3 і підмарки МС-7Б-1-1 МС-7Б-1-2, МС-7Б-2-1 безперервно і рівномірно подаються транспортером у ванну гідророзбивача ГРВ СТ другого потоку (1). Завантаження у гідророзбивач здійснюється періодично, для розпуску макулатури використовується обігова вода. Для підтримання рівня маси встановлюється переливний бачок. Об'єм маси в гідророзбивачі повинен бути постійним для забезпечення постійної концентрації маси, яка складає 3,5 %. У гідророзбивач також додається їдкий натр у кількості 1%, для створення лужного середовища, та запобіганню пожовтіння маси.

Для безперервного очищення маса з гідророзбивача поступає до камери періодичного сепаратора забруднень фаберрайзер (3), яка має патрубок для входу маси з гідророзбивача, та патрубок для випускання сепарованих забруднень. Періодичний сепаратор використовують для чищення макулатури від небажаних домішок. Відходи, які відмиті від волокна освітленою водою поступають до барабану OBN-1 (3), який використовується для згущення та зневоднення відходів сортування.

Далі на апараті OLV-600 (4), який є зневоднюючим пресом, проводиться остаточне зневоднення відходів сортування. Відпресовані відходи поступають на конвейєрну стрічку, а звідти в бункер відвалу. Очищена маса з басейну (5) подають на вихровий очисник OM-02 (6) з масовою часткою волокна 3,5 % для очищення маси від сторонніх грубих включень.



- 1 – гідророзбивач;
- 2 – камера періодичного сепаратора забруднень;
- 3 – барабан для згущення та зневоднення відходів сортування;
- 4 – зневоднюючий прес
- 5 – басейн акумулюючої маси
- 6 – очисник вихровий;
- 7 – напірна сортувалка;
- 8 – напірна сортувалка доволокнувач після VDT-40;
- 9 – акумулюючий басейн;
- 10 – перша ступінь флотаційної установки EcoCell;
- 11 – друга ступінь флотаційної установки EcoCell;
- 12 – згущувач;
- 13 – басейн згущеної маси;
- 14 – оборотна вода після згущувача;
- 15 – флотатор KWI для очищення обігової води;
- 16 – термодисперсійна установка;
- 17 – басейн після ТДУ;
- 18 – басейн розбавленої маси;
- 19 – перша ступінь флотаційної установки EcoCell;
- 20 – друга ступінь флотаційної установки EcoCell;
- 21 – установка для промивання;
- 22 – згущувач
- 23 – басейн оборотної води після згущення;
- 24 – флотатор KWI для очищення обігової води;
- 25 – басейн згущеної маси;
- 26 – буферний басейн маси
- 27 – дисковий млин;

- 28 –басейн розмеленої маси;
- 29 – двобарабанний згущувач;
- 30 – змішувач хімікатів
- 31 – вибілювальна башта;
- 32 – установка для промивання макулатурної маси;
- 33 – басейн вибіленої маси;
- 34 – композиційний басейн;
- 35 – машинний басейн;
- 36 – бак постійного рівня;
- 37 – змішувальний насос ;
- 38 – установка вихрових очисників;
- 39 – вузловловлювач;
- 40 –вібраційна сортувалка;
- 41 – напірний ящик;
- 42 – пересмоктуючий вал "Пікап";
- 43 – 1-й гарячий прес;
- 44 – 2-й гарячий прес;
- 45 – сушильний циліндр;
- 46 – ковпак швидкісного сушіння;
- 47 – накат;
- 48 – повздовжньо різальний верстат
- 49 – басейн реєстрових вод;
- 50 – дисковий фільтр
- 51 – гауч-мішалка;
- 52 – згущувач;
- 53 – басейн прояснених вод;
- 54 – гідророзбивач сухого браку;
- 55 – басейн браку;
- 56 – пульсаційний млин;
- 57 – басейн розмеленого браку;

Після цього відсортована макулатурна маса надходить на напірну сортувалку-доволокнювач VDT-40.(7) Частинки, що мають діаметр менше отворів сортувального сита, відокремлюються і під тиском надходять до патрубка виходу якісної маси. Забруднення із нерозволокненими частинами і залишком волокон під тиском надходять у верхню камеру сортувалки MODUSCREEN T4D (8), де проходить їх дороспуск., з якої через нижнє сито маса виводиться з сортувалки в басейн (9) в якому маса розбавляється обіговою водою до концентрації 1%.

Відходи піднімаються у верхню частину сортувалки, де промиваються від залишків волокна та компонуються до 20% сухості після чого виводяться з сортувалки на транспортер легких відходів і виводяться з технологічного процесу. Доочищена, розбавлена до 1 % маса подається у камери первинної флотації, яка відбувається у флотаційній установці EcoCell with Low Energy Flotation (10), де очищається від типографської фарби та інших домішків. Перший ступінь флотаційної установки EcoCell with Low Energy Flotation складається з декількох послідовно встановлених флотаційних комірок. Очищена суспензія маси відводиться із дна первинної комірки і подається через вентиляційну установку в другу флотаційну комірку і т.д., до останньої комірки. Піна з першого ступеня і другого ступеня збирається у відповідних пінозбірних жолобах окремо, де проводиться гасіння піни за допомогою спорскової води. Піна з першого ступеня поступає через зливний трубопровід для піни в пінозбірник, після чого у встановлений циклон-деаератор. Первинна піна, що зазнала деаерації, перекачується з пінозбірного резервуара до другого ступеня. На другому ступені флотаційної (11) установки проводиться регенерація більшої частини волокна з первинної піни і подається знову подається знову на першу ступінь.

Очищена маса після флотатора подається на згущення перед ТДУ,(12), де відбувається її згущення до концентрації 6 % та збирається в басейні згу-



щеної маси (14) . Маса з басейну насосом подається до термодисперсійної установки (16) , яка призначена для рівномірного диспергування домішок, які містяться в макулатурній масі. Домішки рівномірно розподіляються по всьому об'ємі суспензії, що робить масу однотонною та більш однорідною. До складу установки входять: двобарабанний згущувач, пропарювальна камера та диспергатор. У двобарабанному прес-згущувачі термодисперсійної установки маса згущується до 30 % сухості. Згущена маса системою шнеків (горизонтального та нахильного) подається в пропарювальну камеру, де відбувається її нагрівання до 90...100 °С за допомогою гострої пари. При розігріванні маси до 90...100 °С частинки плівки та бітуму плавляться.

Після пропарювальної камери, системою шнеків маса подається на диспергатор, де відбувається диспергування (розмелювання) маси при високій масовій частці волокна та розбивання легкоплавких частинок. Вода від згущувачів, та ТДУ збирається в басейні зворотньої води після прямує на очищення від шламу у флотаційній установці KWI (15). Шлам виводиться з технологічного потоку, а вода прямує у басейн прояснених вод. Після диспергування маса надходить в басейн після ТДУ (17) , а потім в наступний буферний басейн (18) де відбувається розбавлення обіговою водою перед флотацією. Далі диспергована маса проходить другу стадію флотації (постфлотацію) на установці EcoCell with Low Energy Flotation (19) і (20) де відбувається більш якісне видалення частинок фарби з волокнистої суспензії, а також залишків домішок. Це необхідно для того, щоб підвищити білість макулатурної маси, та зменшити втрати волокна. Після цього відбувається промивання макулатурної маси від фарби розміром менше 10 мкм і наповнювача згущувачем OptiThick GT фірми Valmet.(22) Вміст золи у виробництві санітарно-гігієнічних видів паперу повинна бути не вище 3%. Також ефективно промивання макулатурної маси дозволяє підвищити її білість. Далі промита маса згущується до концентрації 3,5% (22) і подається у басейн згущеної ма-

си(25), та прямує в буферний басейн(26) перед дисковим млином, де змішується зі високоякісною макулатурною масою марок групи А першого потоку.

Розмелювання здійснюється на одному дисковому млину МДС-24 (27). Концентрація маси – 3,5 %. Розмелена маса після акумулювання в басейні (28) подається у двобарабанний згущувач С2Б-07-М(29) де відбувається її згущення до 30%., а після цього надходить на змішувач хімікатів (30) куди подається 2% пероксиду водню, 1% силікату натрію та 1% їдкий натру. Далі маса поступає у вибілювальну башню (31), де відбувається сам процес пероксидного вибілювання макулатури. Після цього маса надходить на промивання у барабанний згущувач OptiThick GT (32). Промита від хімікатів макулатурна маса акумулюється у басейні вибіленої маси (33), після цього подається в композиційний басейн (34) , куди також додають сухий брак.

Маса з машинного басейну (35) насосом надходить у бак постійного рівня (36).

Для забезпечення ретельного очищення маси перед установкою вихрових конічних очисників (38), здійснюється розведення маси обіговою водою в змішувальному насосі (37) до концентрації 0,73 %.

Зі змішувального насосу маса поступає на перший ступінь очищення на установку вихрових очисників. Очищення маси в них відбувається під впливом відцентрових сил, які виникають в вихрових потоках, які поділяються на зовнішній, направлений до вершини конуса, і внутрішній, направлений в протилежну сторону. Відходи з першого ступеню збираються в закритому колекторі (жолобі), там розбавляються обіговою водою і поступають на другий ступінь очищення. Очищена маса з другого ступеня центриклинерів надходить на повторне очищення на перший ступінь, відходи від другого ступеня центриклинерів збираються в жолобі і поступають на третій ступінь центриклинерів. Відходи від третього ступеня центриклинерів відходять у відвал, а відсортована маса – на другий ступінь центриклинерів. Очищена

маса з першого ступеня центриклинерів поступає на вузловловлювач закритого типу (селектифаєр) (39), який очищує масу від частинок (вузли, згустки, кусочки бруду, слиз), які мають розміри більші, ніж розміри окремих розме-лених волокон. Маса поступає в верхню частину вузловловлювача через тан-генціально розташований штуцер, під тиском. Під дією відцентрових сил важкі включення відкидаються до зовнішньої сітки корпусу, опускаються вниз в жолоб важких відходів. Маса, очищена від важких включень під дією напору і лопатей ротора проходить через отвори сит і виходить із апарату че-рез загальний штуцер і прямує у напірний ящик ПРМ. Відходи, які не пройшли через сито, опускаються вниз і видаляються через спеціальний штуцер з засувкою на вібраційну сортувалку (40). Відокремлені вода і волок-но, направляються в басейн реєстрових вод, а крупні включення –на переро-блення.

З напірного ящика (41) маса подається на сіткову частину папероробної машини. Знімання паперового полотна з нижньої сітки і передачу його в пре-сову частину виконується за допомогою вала «Пікап» (42). Вал «Пікап», ме-талевий, без гумового покриття, має одну робочу камеру. Основне призна-чення пресової частини ПРМ полягає в подальшому зневодненні паперового волокна і поліпшенні якості його поверхні. Пресова частина машини склада-ється з пересмоктувальний вал («Пікап»), діаметр 700 мм; відсмоктувального ящика; першого гарячого вала (відсмоктувальний, двокамерний, діаметром 1150 мм); другого гарячого вала з глухими отворами та сукנותягових вали-ків.

Після вала «Пікап» паперове полотно з сухістю 12 % проходить відс-моктувальний ящик, де сухість полотна підвищується до 20 %, і далі пода-ється на 1-ий гарячий прес (43). На першому гарячому пресі відбувається по-дальше зневоднення паперового полотна за рахунок вакуума та притискання до лощильного циліндру. На першому пресі паперове полотно передається з

пресового сукна на поверхню лощильного циліндру. Сухість полотна після I гарячого пресу 43%. Для видалення води з сукна, після 1 і 2-го (44) гарячого преса, встановлені дві щілинні сукномийки.

Контактно-конвективне сушіння паперу здійснюється на сушильному циліндрі (45), діаметром 6000 мм.

Для інтенсифікації процесу сушіння паперу через високотемпературний конвективний теплообмін над сушильним циліндром встановлений ковпак швидкісного сушіння (46).

На циліндрі встановлено три шабера: знімальний, крепуючий, очисний.

З катка циліндра папір надходить на накат (47). Накат машини – периферійного типу з пневматичним притиском накатного тамбура до циліндра накату, з системою касетної заправки тамбурного вала.

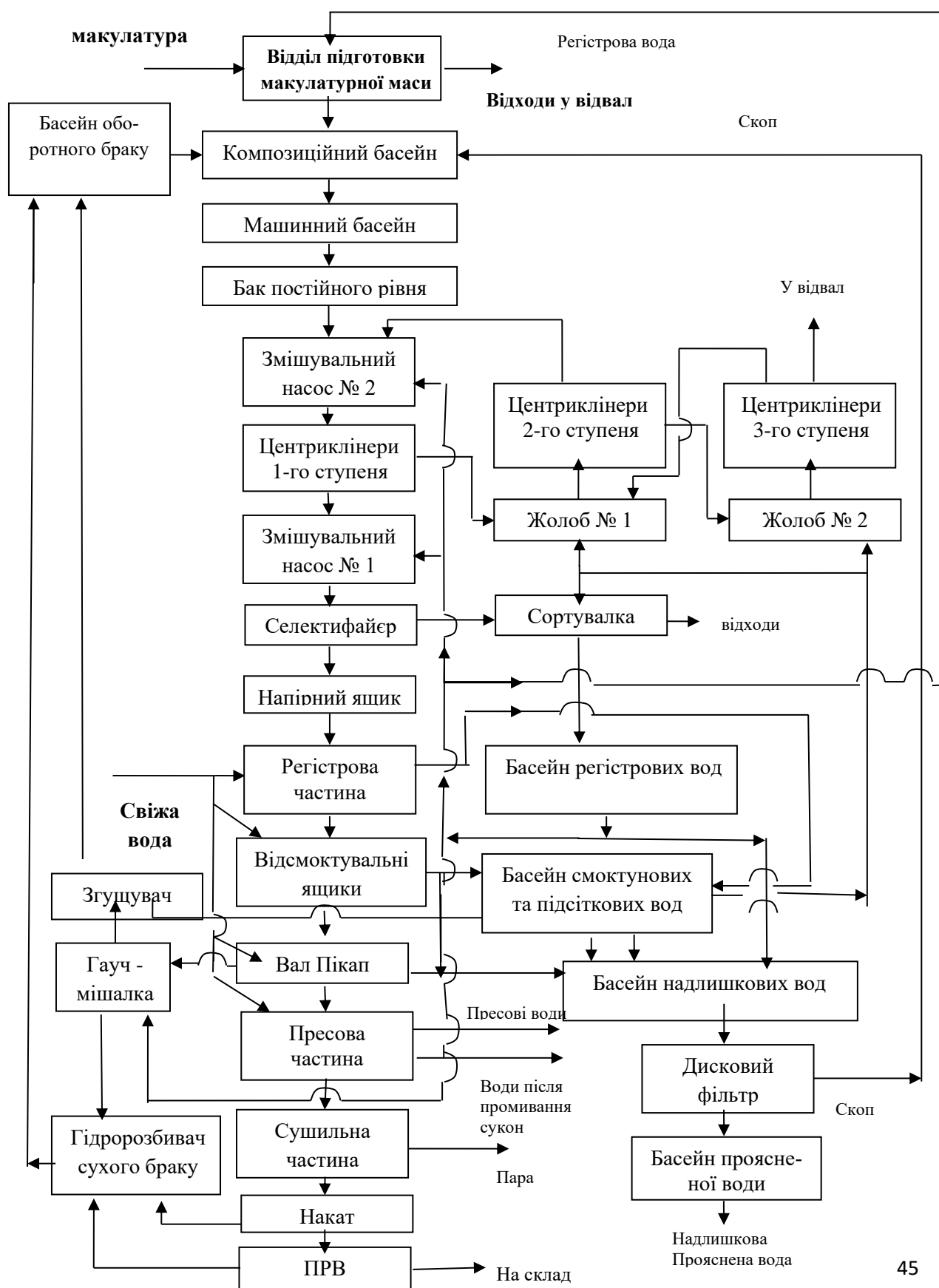
Після накату папероробної машини рулони паперу діаметром 2200 мм та шириною 4250 мм подаються краном на розкат поздовжньорізального верстата (48). На дворозкатному верстаті є можливість різати двошаровий папір.

Для розпуску сухого машинного браку, який утворився під час сушіння і оброблення паперу, брак направляють в гідророзбивач 54, розпуск здійснюють обіговою водою з басейна реєстрових вод. Після розпускання маса поступає в басейн обігового браку 55, сюди ж насосом перекачується скоп зі згущувача. З басейну обігового браку маса прямує у пульсаційний млин (56) де відбувається розмелення браку. Розмелений брак через дозатор маси поступає в композиційний басейн 57.

Мокрий брак після пресів подається до гауч-мішалки (51), звідки маса насосом подається на згущувач браку (52)

Регістрові води, (49) які багаті волокном, використовуються для розведення маси перед батареєю центриклинерів, на розпускання обігового браку, а також подається у гідророзбивач.

## 2.3 Матеріальний баланс виробництва продукції



## Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу води та волокна

В табл. 2.5 наведені вихідні дані для розрахунку матеріального балансу води і волокна.

Таблиця 2.5 – Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу води і волокна

Найменування статей	Вихідні дані		
	Джерело [1]	Джерело [2]	Приймаємо до розрахунку
<b>1. Концентрація маси на різних стадіях виробництва, %</b>			
На накаті	93,0	93,0-96,0	93,0
Після пресів	36,0	34,0-36,0	36,0
Після реєстрової частини	3,0	2,5-3,8	3,2
В напірному ящику	0,5	0,55- 0,65	0,50
В баці постійного рівня	3,68	3,2-4,0	3,68
В композиційному басейні	3,68	3,2-4,0	3,68
В машинному басейні	3,68	3,2-4,0	3,68
В басейні оборотного браку	3,68	3,2-4,0	3,68
Скоп після дискового фільтра	3,2	3,2-3,5	3,40
Згущувач	3,68	3,2-4,0	3,68
Гідророзбивач сухого браку	3,68	3,2-4,0	3,68
Макулатурна маса	3,68	3,2-4,0	3,68
Гауч-мішалка	0,65	0,65-0,85	0,83
Басейн оборотного браку	3,68	3,2-4,0	3,68
Після селективатора	0,5	0,5-0,65	0,50
Після змішувального насоса №1	0,45	0,4-0,6	0,45
Після змішувального насоса №2	0,73	0,6-0,8	0,73
Після центриклинерів 1 ступеня	0,6	0,6-0,8	0,70
Після центриклинерів 2 ступеня	0,42	0,38-0,5	0,42
<b>2. Концентрація відхідних вод, %</b>			
Регістрова вода	0,2	0,2-0,27	0,25
Підсіткові води	0,0055	0,004-0,0055	0,0055
Пресові води	0,15	0,1-0,18	0,15
Від промивання сітки	0,004	0,003-0,004	0,0040
Від промивання сукон	0,0015	0,0010	0,0015
Прояснених вод після дискового фільтра	0,0018	0,0015-0,002	0,0018
Від плоскої сортувалки	0,6	0,50-0,69	0,60
Згущувача	0,18	0,15-0,2	0,18
<b>3. Витрата свіжої та надлишкової води, л/т паперу</b>			
Свіжа вода на промивання сіток	15000,00	18000,00	18500,0

Продовження таблиці 2.5

Найменування статей	Вихідні дані		
	Джерело [1]	Джерело [2]	Приймаємо до розрахунку
Свіжа вода на спорски і відсічки	6500,00	8500,00	8050,0
Свіжа вода на промивання сукон	1500,00	18000,00	1800,0
Надлишкова вода на сортувалку	3000,00	3500,00	3400,0
<b>4. Витрата хімікатів л/т паперу</b>			
<b>5.Кількість браку , % від маси паперу</b>			
В процесі оброблення паперу	2,0	1,5	1,0
На накаті	3,0	2,5	1,0
В процесі сушіння паперу	2,0	2,0	1,8
Мокрий брак	3,0	2,0	1,5
Після гауч-валу	2,0	1,5	1,5
<b>6.Композиція паперу, %</b>			
Макулатура			100,0
<b>7.Концентрація відходів сортування, %</b>			
Відходи селективфайера	1,4	1,5	0,65
Центриклинерів 1 ступеня	1,2	1,1	1,20
Центриклинерів 2 ступеня	0,75	0,7	0,70
Центриклинерів 3 ступеня	0,60	0,72	0,67
Відходи плоскої сортувалки	2,0	4,0	4,00
Відходи відділу підготовки макулатурної маси			5,00
<b>8.Сухість початкових напівфабрикатів %</b>			
Макулатура	88,0	88,0	90,0
<b>9.Кількість відходів сортування, % (кг/т)</b>			
Цетриклинери І ступеня	4,5 %	5,0 %	5,00 %
Цетриклинери 3 ступеня	1,0 кг	1,5 кг	0,99 кг
Селективфайер	1,2 %	1,0 %	1,00%
Відділ підготовки макулатурної маси			8,9 %

## **Розрахунок матеріального балансу води і волокна**

Розрахунок матеріального балансу води і волокна проводимо, прив'язуючись до блоків і водопотоків згідно блок–схеми, наведеної на рис. 2.3

### Склад готової продукції

На склад поступає 1000 кг туалетного паперу із заданою сухістю 93 %.

Отже, в папері міститься: абсолютно–сухого волокна  $1000 \times 0,93 = 930$  кг, води  $1000 - 930 = 70$  кг.

Повздовжно-різальний верстат (ПРВ) З урахуванням 1% браку, що утворюється під час оброблення паперу ( $1000 \cdot 0,01 = 10$  кг) та надходить до гідророзбивача сухого браку, на ПРВ повинно поступити  $1000 + 10 = 1010$  кг. В папері, що проходить через ПРВ міститься:

абсолютно–сухого волокна  $1010 \cdot 0,93 = 939,3$  кг,

води  $1010,0 - 939,3 = 70,7$  кг.

### Накат

З урахуванням 1% браку, що утворюється під час намотування паперу ( $1000 \times 0,01 = 10$  кг) та надходить до гідророзбивача сухого браку, на накат повинно надійти  $1010 + 10 = 1020$  кг п/с паперу.

З урахуванням вологи, в папері, що проходить через накат, міститься:

абсолютно–сухого волокна  $1020 \cdot 0,93 = 948,6$  кг,

води  $1020 - 948,6 = 71,4$  кг.

### Сушильна частина

З урахуванням 1,8 % сухого браку через сушильну частину повинно пройти паперу:  $1020 + 18 = 1038$  кг.

С сухим браком відійшло:

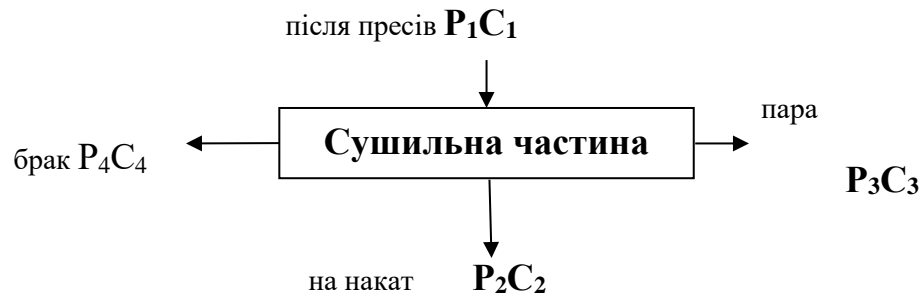
- волокна  $20 \times 0,93 = 18,6$  кг;

- води  $20 - 18,6 = 1,4$  кг.

Загальна кількість волокна, що надходить в сушильну частину

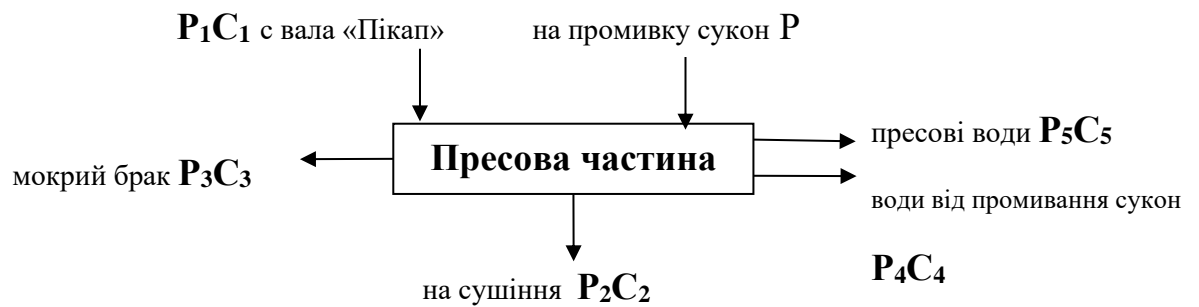
$948,6 + 18,6 = 967,2$  кг.





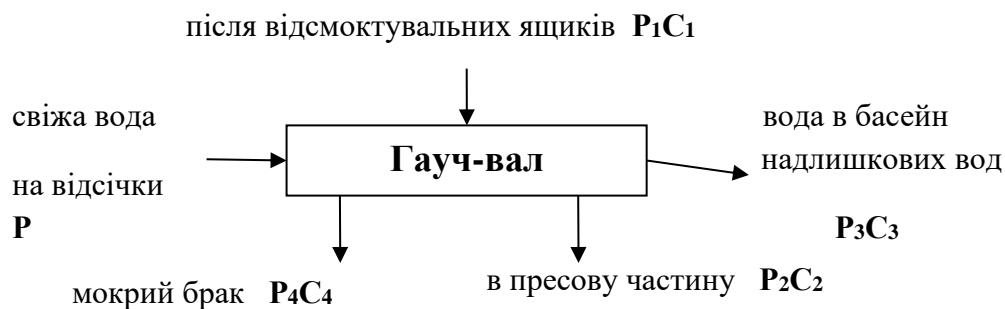
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після пресів	2681,50	36,00	965,34	1716,16
<b>Надійшло(всього)</b>	<b>2681,50</b>		<b>965,34</b>	<b>1716,16</b>
На накат	1643,50	93,00	948,60	71,40
Втрати пару	1281,86	0,00	0,00	1643,50
В г/розб.сух.браку	18,00	93,00	16,74	1,26
<b>Пішло (всього)</b>	<b>2681,50</b>		<b>965,34</b>	<b>1716,16</b>

### Пресова частина



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після гауч-вала	4420,84	22,00	972,59	3448,26
Св.вода на пр.сукон	8050,00	0,00	0,00	8050,00
<b>Надійшло(всього)</b>	<b>12470,84</b>		<b>972,59</b>	<b>11498,26</b>
На сушіння	2681,50	36,00	965,34	1716,16
Пресові води	1724,34	0,1000	1,72	1722,62
Води в/пром.сукон	8050,00	0,0015	0,12	8049,88
В г/зміш.мокр.браку	15,00	36,00	5,40	9,60
<b>Пішло (всього)</b>	<b>12470,84</b>		<b>972,59</b>	<b>11498,26</b>

### Вал «Пікап»



Найменування	Маса, кг		Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг	
Після відсм.ящиків	6101,02		16,00	976,16	5124,86	
Св.вода на відсічки	3400,00		0,00	0,00	3400,00	
<b>Надійшло(всього)</b>	<b>9501,02</b>			<b>976,16</b>	<b>8524,86</b>	
На пресову.частину	4420,84		22,00	972,59	3448,26	
Води від гауч-вала	5065,18		0,0055	0,28	5064,90	
В г/зміш.мокр.браку	15,00		22,00	3,30	11,70	
<b>Пішло (всього)</b>	<b>9501,02</b>			<b>976,16</b>	<b>8524,86</b>	

### Відсмоктувальні ящики



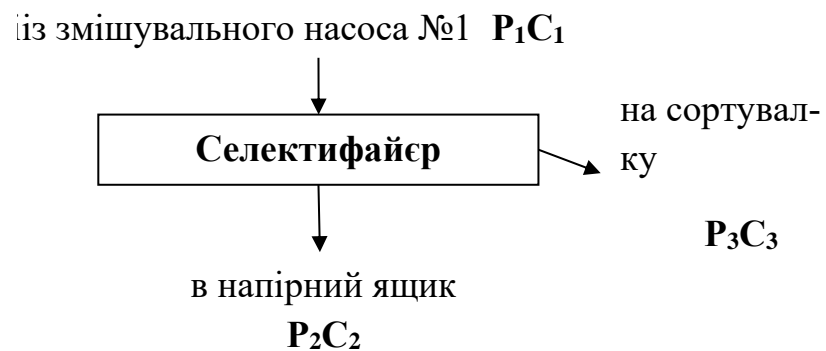
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після реєстр.частини	32101,22	3,20	1027,24	31073,98
Св.вода на відсічки	8050,00	0,00	0,00	8050,00
<b>Надійшло(всього)</b>	<b>40151,22</b>		<b>1027,24</b>	<b>39123,98</b>
На гауч-вал	6101,02	16,00	976,16	5124,86
В бас.смокт.та підс.вод	34050,19	0,1500	51,08	33999,12
<b>Пішло (всього)</b>	<b>40151,22</b>		<b>1027,24</b>	<b>39123,98</b>

### Регістрова частина



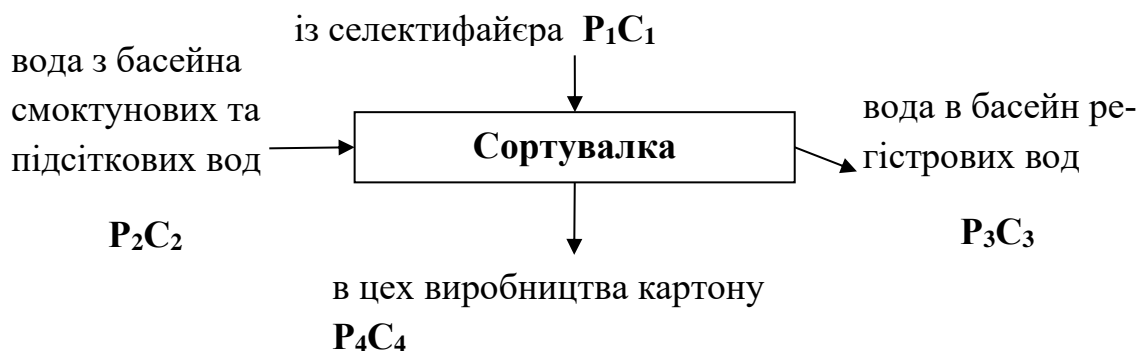
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після н.ящика	379090,37	0,50	1895,45	377194,92
Свіжа вода на пром.сітки	18500,00	0,000	0,00	18500,00
<b>Надійшло(всього)</b>	<b>397590,37</b>		<b>1895,45</b>	<b>395694,92</b>
На відсм.ящики	32101,22	3,20	1027,24	31073,98
Регістрові води	346989,15	0,2500	867,47	346121,68
В бас.смокт.та підс.вод	18500,00	0,0040	0,74	18499,26
<b>Пішло (всього)</b>	<b>397590,37</b>		<b>1895,45</b>	<b>395694,92</b>

### Селектифайєр



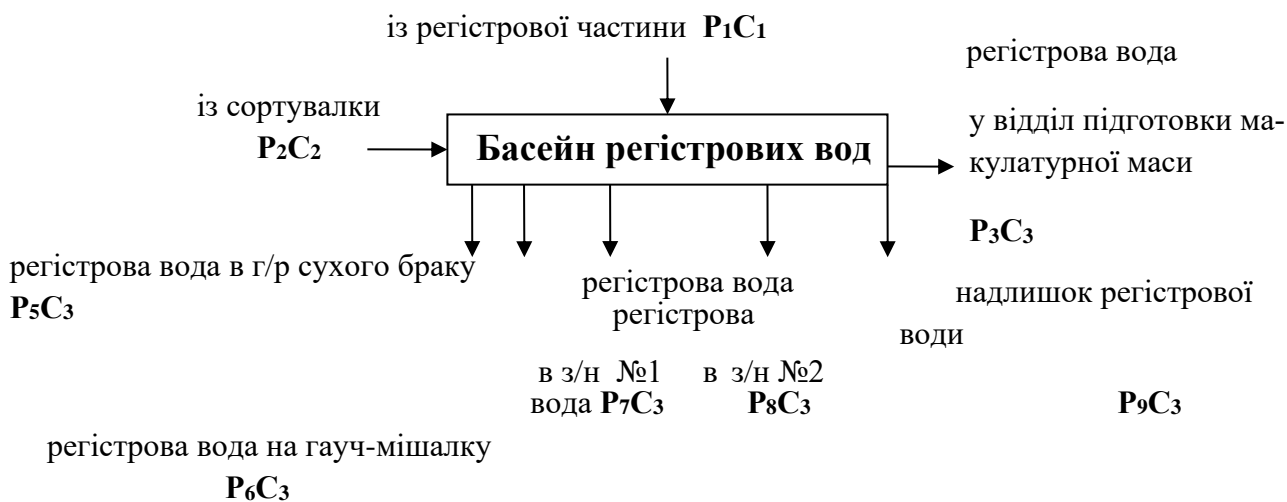
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш.нас.№1	382880,89	0,5015	1920,09	380960,80
<b>Надійшло(всього)</b>	<b>382880,89</b>		<b>1920,09</b>	<b>380960,80</b>
На н/ящик	379090,37	0,5000	1895,45	377194,92
На плоску сортувал.	3790,52	0,65	24,64	3765,88
<b>Пішло (всього)</b>	<b>382880,89</b>		<b>1920,09</b>	<b>380960,80</b>

### Сортувалка



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З бас.сосун.і підс.вод	850,00	0,0986	0,84	849,16
Після селективфайєра	3790,52	0,6500	24,64	3765,88
<b>Надійшло(всього)</b>	<b>4640,52</b>		<b>25,48</b>	<b>4615,04</b>
В бас.регістр.вод	4387,52	0,3500	15,36	4372,16
Відходи	253,00	4,0000	10,12	242,88
<b>Пішло (всього)</b>	<b>4640,52</b>		<b>25,48</b>	<b>4615,04</b>

### Басейн реєстрових вод



Середньозважений відсоток волокна в басейні реєстрових вод =

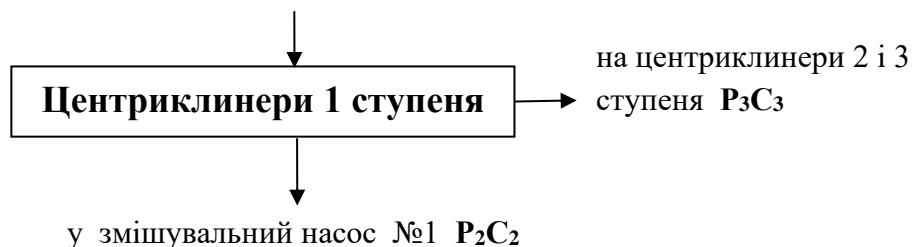
$$= \frac{882,82 \cdot 100}{351376,67} = 0,2512 \%$$

### Змішувальний насос №1

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Регістова вода	169375,76	0,2512	425,55	168950,21
Після центрик. Іст.	213505,13	0,7000	1494,54	212010,59
<b>Надійшло(всього)</b>	<b>382880,89</b>		<b>1920,09</b>	<b>380960,80</b>
На селективайер	382880,89	0,5015	1920,09	380960,80
<b>Пішло (всього)</b>	<b>382880,89</b>		<b>1920,09</b>	<b>380960,80</b>

### Центриклинери 1 ступеня

із змішувального насоса №2 P<sub>1</sub>C<sub>1</sub>



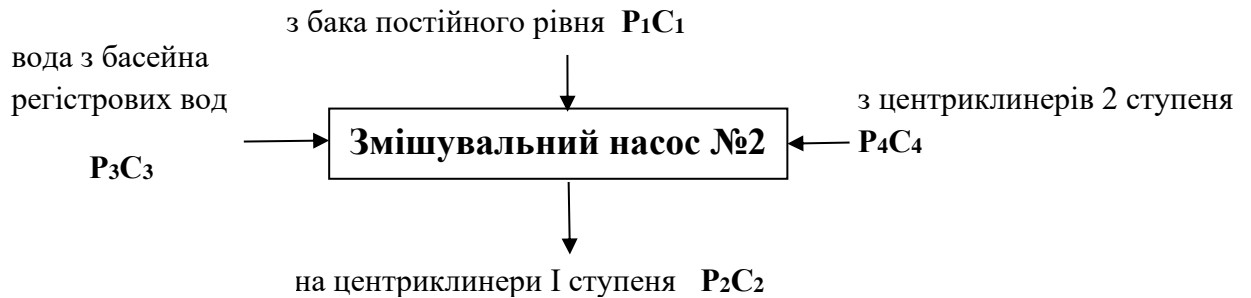
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш.насоса №2	227326,58	0,7304	1660,39	225666,19
<b>Надійшло(всього)</b>	<b>227326,58</b>		<b>1660,39</b>	<b>225666,19</b>
На змішув.насос №1	213505,13	0,7000	1494,54	212010,59
На центрик. II і III ст.	13821,46	1,2000	165,86	13655,60
<b>Пішло (всього)</b>	<b>227326,58</b>		<b>1660,39</b>	<b>225666,19</b>

### Центриклинери 2 і 3 ступеня



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після центрик. І ст.	13821,46	1,2000	165,86	13655,60
З бас.сосун.і підс.вод	33426,53	0,0986	32,96	33393,57
<b>Надійшло(всього)</b>	<b>47247,99</b>		<b>198,82</b>	<b>47049,17</b>
В змішув.насос №2	47097,99	0,4200	197,81	46900,17
Відходи у відвал	150,00	0,6700	1,01	149,00
<b>Пішло (всього)</b>	<b>47247,99</b>		<b>198,82</b>	<b>47049,17</b>

### Змішувальний насос № 2



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Регістова вода	150778,81	0,2512	378,83	150399,98
Від центриклин. II ст.	47097,99	0,4200	197,81	46900,17
З БПР	29449,78	3,6800	1083,75	28366,03
<b>Надійшло(всього)</b>	<b>227326,58</b>		<b>1660,39</b>	<b>225666,19</b>
На центрик. І ст.	227326,58	0,7304	1660,39	225666,19
<b>Пішло (всього)</b>	<b>227326,58</b>		<b>1660,39</b>	<b>225666,19</b>

### Бак постійного рівня

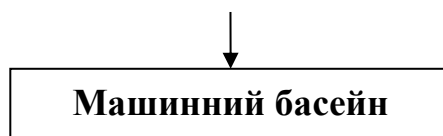


Зважаючи на те, що в баці постійного рівня не відбувається зміни потоків маси та їх концентрації, можна записати, що:

$$P_1 = 29449,78 \text{ кг}; C_1 = 3,68 \text{ \%}.$$

### Машинний басейн

з композиційного басейна  $P_1C_1$



в бак постійного рівня  $P_2C_2$

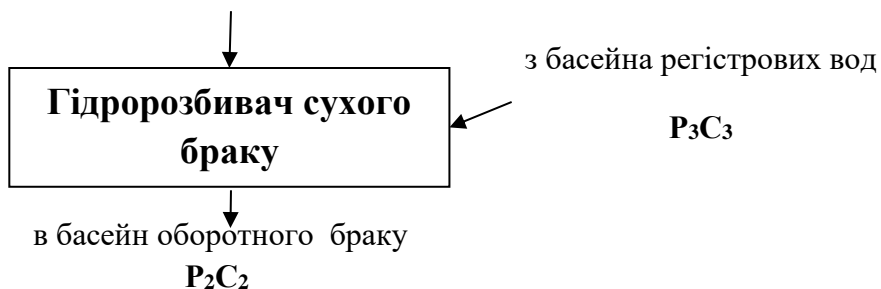
Зважаючи на те, що в баці постійного рівня не відбувається зміни потоків маси та їх концентрації, можна записати, що:

$$P_1 = 29449,78 \text{ кг}; C_1 = 3,68 \text{ \%}.$$

### **Розрахунок блоків перероблення сухого та мокрого браку**

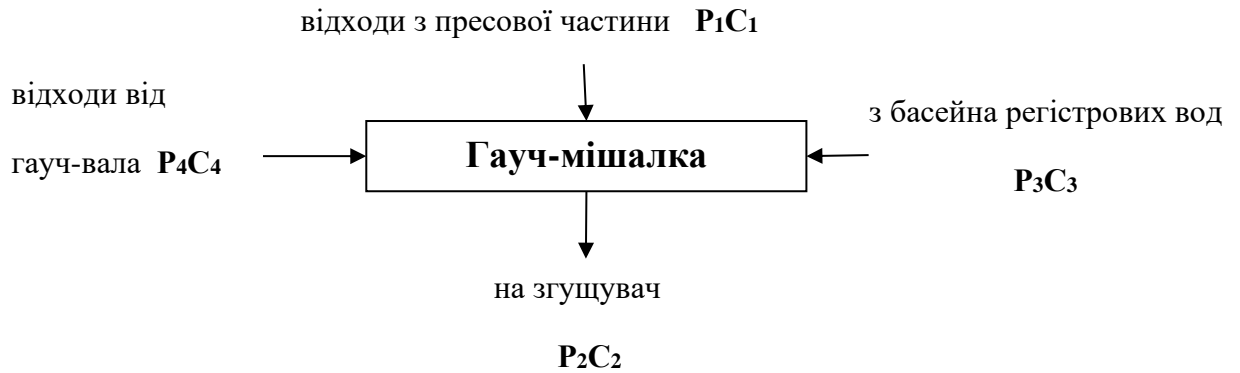
#### Гідророзбивач сухого браку

відходи з ПРВ, сушильної частини, накату  $P_1C_1$



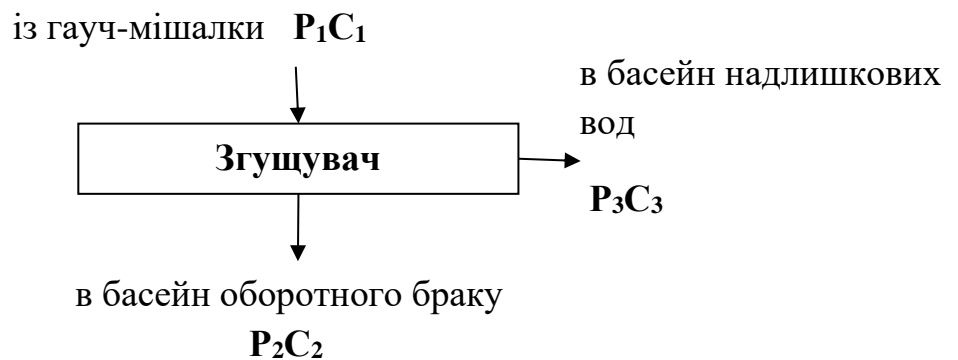
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З ПРС	10,00	93,00	9,30	0,70
З накату	10,00	93,00	9,30	0,70
Зсушіння	18,00	93,00	16,74	1,26
З бас-ну рег.вод	989,91	0,2512	2,49	987,42
<b>Надійшло(всього)</b>	<b>1027,91</b>		<b>37,83</b>	<b>990,08</b>
В басейн обор.браку	1027,91	3,6800	37,83	990,08
<b>Пішло (всього)</b>	<b>1027,91</b>		<b>37,83</b>	<b>990,08</b>

### Гауч-мішалка



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З пресової частини	15,00	36,00	5,40	9,60
З гауч-вала	15,00	22,00	3,30	11,70
З бас-ну рег.вод	1460,21	0,2512	3,67	1456,54
<b>Надійшло(всього)</b>	<b>1490,21</b>		<b>12,37</b>	<b>1477,84</b>
На згущ.мокрого браку	1490,21	0,8300	12,37	1477,84
<b>Пішло (всього)</b>	<b>1490,21</b>		<b>12,37</b>	<b>1477,84</b>

### Згущувач



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш.мокр.браку	1490,21	0,8300	12,37	1477,84
<b>Надійшло(всього)</b>	<b>1490,21</b>		<b>12,37</b>	<b>1477,84</b>
В басейн обор.браку	330,43	3,6800	12,16	318,27
В басейн надл.вод	1159,78	0,0180	0,21	1159,57
<b>Пішло (всього)</b>	<b>1490,21</b>		<b>12,37</b>	<b>1477,84</b>



### Басейн оборотного браку

із гідророзбивача сухого браку  $P_1C_1$



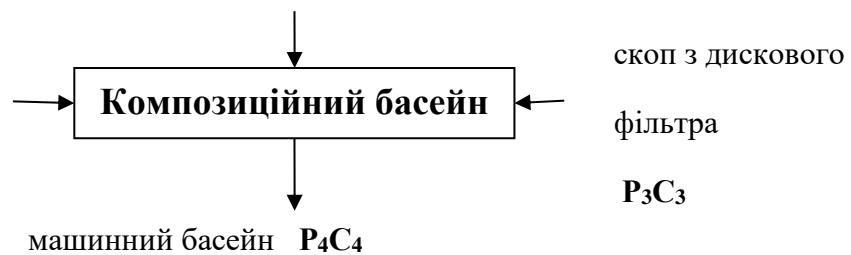
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З г/розбив.сух.браку	1027,91	3,68	37,83	990,08
Зі зміш.мокрого браку	330,43	3,68	12,16	318,27
<b>Надійшло(всього)</b>	<b>1358,35</b>		<b>49,99</b>	<b>1308,36</b>
В композиц.басейн	1358,35	3,68	49,99	1308,36
<b>Пішло (всього)</b>	<b>1358,35</b>		<b>49,99</b>	<b>1308,36</b>

### Композиційний басейн

із відділу підготовки макулатурної маси  $P_1C_1$

з басейна оборотного браку

$P_2C_2$



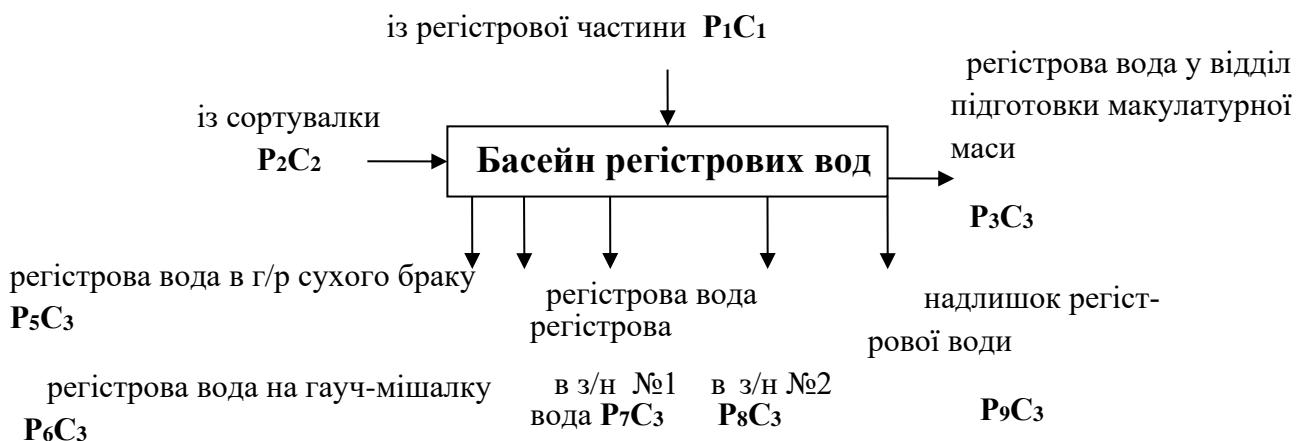
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Із г/розбив.макулатури	27560,94	3,6800	1014,24	26546,70
Із басейна обіг.браку	1358,35	3,6800	49,99	1308,36
Скоп з диск.фільтра	520,50	3,6800	19,52	510,98
<b>Надійшло(всього)</b>	<b>29449,79</b>		<b>1083,75</b>	<b>28366,04</b>
В машинний басейн	29449,78	3,6800	1083,75	28366,04
<b>Пішло (всього)</b>	<b>29449,79</b>		<b>1083,75</b>	<b>28366,04</b>

### Відділ підготовки макулатурної маси



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Макулатура зі складу	1174,64	88,00	1033,68	140,96
Вода з бас.рег.вод	28191,65	0,2512	70,83	28120,82
<b>Надійшло(всього)</b>	<b>29366,29</b>		<b>1104,51</b>	<b>28261,78</b>
Відходи сортув. та очищ.	1805,35	5,00	60,27	1745,08
В композиційний бас.	27560,94	3,68	1014,24	26546,70
<b>Пішло (всього)</b>	<b>29366,29</b>		<b>1104,51</b>	<b>28261,78</b>

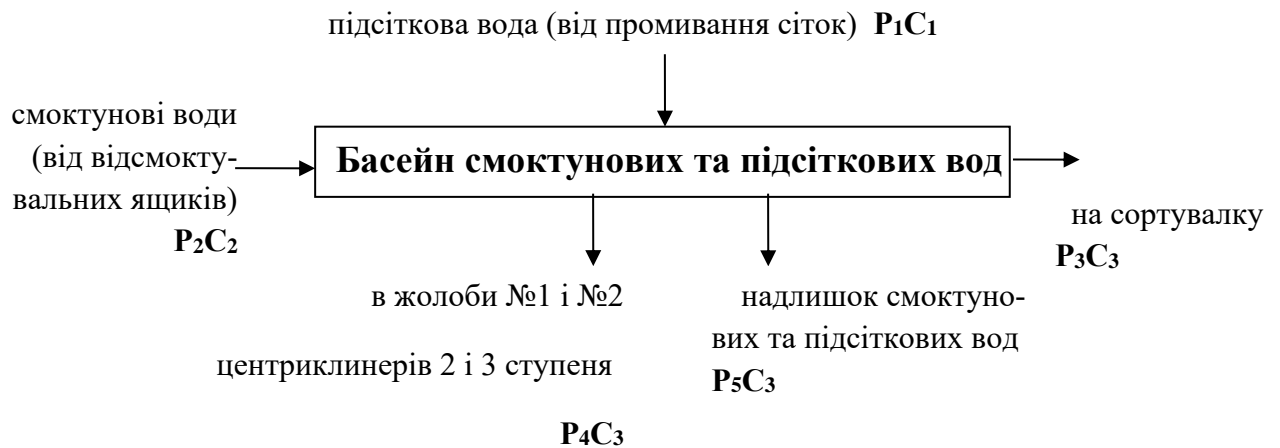
### Басейн реєстрових вод



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З реєстрової частини	346989,15	0,2500	867,47	346121,68
Від плоск.сортув.	4387,52	0,3500	15,36	4372,16
<b>Надійшло(всього)</b>	<b>351376,67</b>		<b>882,83</b>	<b>350493,84</b>
На зм.насос №1	169375,76	0,2512	425,55	168950,21
На зм.насос №2	150778,81	0,2512	378,83	150399,98
У відділ підгот.макул.маси	28191,65	0,2512	70,83	28120,82

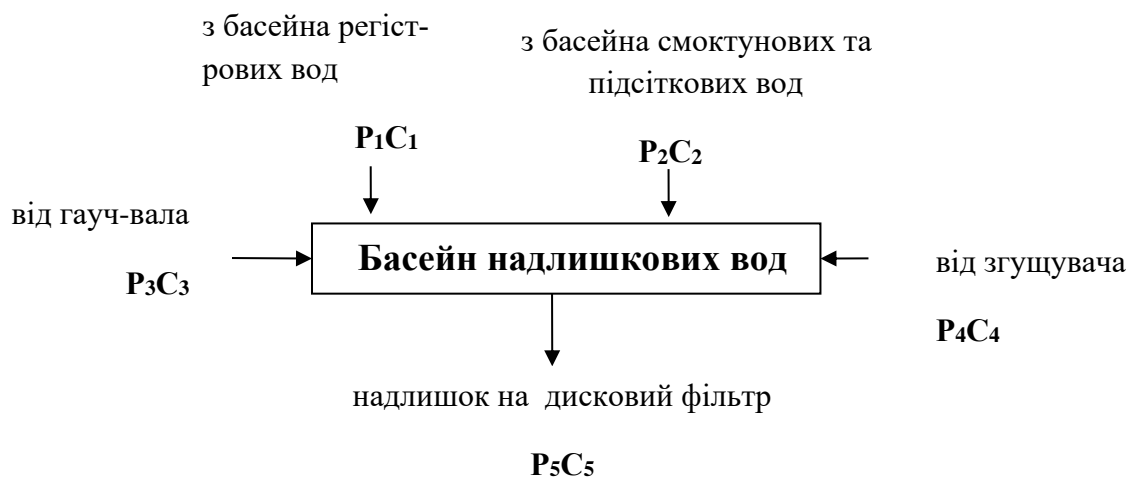
На г/розб.сухого браку	989,91	0,2512	2,49	987,42
На зміш.мокр.браку	1460,21	0,2512	3,67	1456,54
В басейн надл.вод	580,31	0,2512	1,46	578,85
<b>Пішло (всього)</b>	<b>351376,67</b>		<b>882,83</b>	<b>350493,84</b>

### Басейн смоктунових та підсіткових вод



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Від відсмоктув.ящиків	34050,19	0,1500	51,08	33999,12
Від промив.сітки	18500,00	0,0040	0,74	18499,26
<b>Надійшло(всього)</b>	<b>52550,19</b>		<b>51,82</b>	<b>52498,38</b>
На сортувалку	850,00	0,0986	0,84	849,16
В жолоб №1 і №2	33426,53	0,0986	32,96	33393,57
В басейн надлишк.вод	18273,66	0,0986	18,02	18255,65
<b>Пішло (всього)</b>	<b>52550,19</b>		<b>51,82</b>	<b>52498,38</b>

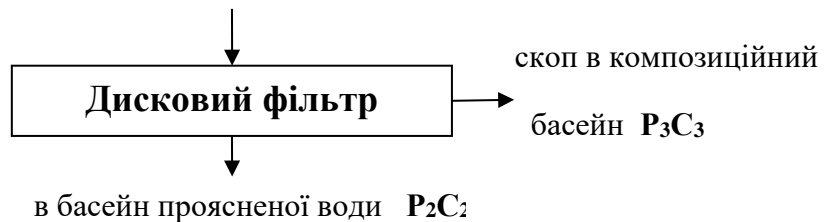
### Басейн надлишкових вод



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну рег.вод	580,31	0,2512	1,46	578,85
З басейну смокт. та підс. вод	18273,66	0,0986	18,02	18255,65
Від гауч-вала	5065,18	0,0055	0,28	5064,90
Від сгущ.мокр.браку	1159,78	0,0180	0,21	1159,57
<b>Надійшло(всього)</b>	<b>25078,93</b>		<b>19,96</b>	<b>25058,97</b>
На дисковий фільтр	25078,93	0,0796	19,96	25058,97
<b>Пішло (всього)</b>	<b>25078,93</b>		<b>19,96</b>	<b>25058,97</b>

### Дисковий фільтр

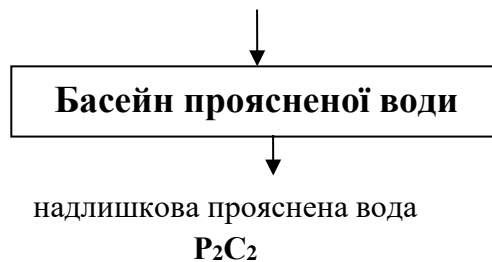
із басейна надлишкових вод  $P_1C_1$



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну надл.вод	25078,93	0,0796	19,96	25058,97
<b>Надійшло(всього)</b>	<b>25078,93</b>		<b>19,96</b>	<b>25058,97</b>
В композиц.басейн	530,48	3,68	19,52	510,96
В басейн освітл.вод	24548,46	0,0018	0,44	24548,01
<b>Пішло (всього)</b>	<b>25078,93</b>		<b>19,96</b>	<b>25058,97</b>

### Басейн прояснених вод

з дискового фільтра  $P_1C_1$



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після дисков.фільтра	24548,46	0,0018	0,44	24548,01
<b>Надійшло(всього)</b>	<b>24548,46</b>		<b>0,44</b>	<b>24548,01</b>
На очисні споруди	24548,46	0,0018	0,44	24548,01
<b>Пішло (всього)</b>	<b>24548,46</b>		<b>0,44</b>	<b>24548,01</b>

## РЕЗУЛЬТАТИ ЗВЕДЕНОГО БАЛАНСУ ВОДИ І ВОЛОКНА

В табл. 2.6 наведені результати зведеного балансу води і волокна.

Таблиця 2.6 — Результати зведеного балансу води і волокна

Волокно (абс.сух.),кг	Надходження	Витрата
Макулатура	1 033,68	
<b>Всього:</b>	<b>1 033,68</b>	
Готова продукція		930,00
Відходи центриклинерів III ст.		1,01
З пресовими водами		1,72
Промивка сукон		0,12
На очисні споруди		0,44
Відходи сортувалки		10,12
Відходи відділу підгот.маси		60,27
	<b>Всього:</b>	<b>1003,68</b>
Вода, кг	Надходження	Витрата
З макулатурою	140,96	
Свіжа вода на промивання сіток	18500,00	
Свіжа вода на відсічки відсм.ящиків	8 050,00	
Свіжа вода на промив. сукна	8 050,00	
Свіжа вода на відсічки в гаучі	3 400,00	
<b>Всього:</b>	<b>38 140,96</b>	
З готовою продукцією		70,00
З парою при сушінні		1643,50
З відходами центр. III ст.		149,00
З пресовими водами		1722,62
Промивка сукон		8049,88
На очисні споруди		24548,01
З відходами сортувалки		242,88
З відходами відділу підгот.маси		1715,08
	<b>Всього:</b>	<b>38 140,96</b>

Для розрахунку безповоротних втрат волокна потрібно врахувати всі його втрати для даного виробництва. В даному випадку вони становлять:

$$1003,68 - 930,0 = 73,68 \text{ кг.}$$

В такому випадку вимої волокна ( $BB$ ) становлять:

$$BB=73,68 \times 100 / 1003,68 = 7,34 \%$$

## 2.4 Вибір та розрахунок основного технологічного обладнання

### Папероробна машина

Марка Б-83 для виготовлення паперу санітарно-гігієнічного призначення Фірма «Фойт».

Технічна характеристика ПРМ: обрізна ширина 4200 мм; продуктивність 40000 т/рік; робоча швидкість 850 м/хв; швидкість по приводу 1200 м/хв [2].

Продуктивність папероробної машини дорівнює:

$$Q = 0,06 \cdot B_0 \cdot V \cdot g \cdot k_1 \cdot k_2$$

де: 0,06 – коефіцієнт для переведу хвилинної швидкості в годинну та маси листа, вираженого в  $\text{г/м}^2$ , в кг;  $B_0$  – обрізна ширина паперового полотна, м;  $V$  – робоча швидкість машини, м / хв;  $g$  – маса 1  $\text{м}^2$  паперу, г;  $k_1$  – коефіцієнт, що враховує холостий хід машини,  $k_1 = 0,95-0,98$ ;  $k_2$  – коефіцієнт, що враховує використання максимальної робочої швидкості,  $k_2 = 0,9$ ;

$$Q_{\text{год}} = 0,06 \cdot 4,200 \cdot 850 \cdot 18 \cdot 0,95 \cdot 0,9 = 3296,53 \text{ кг/год};$$

$$Q_{\text{добу}} = 3087,45 \cdot 22,5 = 75820,19 \text{ кг/добу або } 75 \text{ т/добу};$$

$$Q_{\text{річ}} = 75 \cdot 345 = 25875 \text{ т/рік}$$

Композиція макулатури: 70% групи Б і В та 30% групи А

Продуктивність першого потоку становить:

$$Q = 75 \cdot 0,3 = 22,5 \text{ т/добу}$$

Продуктивність другого потоку становить:

$$Q = 75 \cdot 0,7 = 52,5 \text{ т/добу}.$$

Сіткова частина — двосіткова, фірми «Фойт» (Дуоформер Т):

- довжина верхньої сітки 24500 мм.
- довжина нижньої сітки 17200 мм.

- величина натягу сітки до 80 Н/см.
- діаметр формувального валу (16) 1500 мм.
- діаметр сукнотягових валів (17) 844 мм.
- діаметр грудного валу (15) 614 мм.

Вал «Пікап», вироблений з металу, без гумового покриття, має одну робочу камеру. Вакуум у робочій камері дорівнює 20:40 кПа (0,2:0,4 кг/см<sup>2</sup>).

Пресова частина машини складається із:

- вакуум-пересмоктувального валу діаметром – 700 мм;
- першого гарячого пресу діаметром – 1150 мм, двокамерного;
- другого гарячого (вал з глухими отворами) пресу діаметром – 850 мм;
- сукнотягові вали (17) — 12 шт., діаметр валу— 615 мм;
- сукно голкопробивне, довжина — 54500 мм.

Сушильна частина:

Контактно-конвективне сушіння паперу здійснюється на циліндрі діаметром 6000 мм, на якому установлені три шабери: відсікаючий, крепувальний, очищуючий. Крепувальний і відсікаючий шабери мають зворотно-поступальний рух, на них встановлені забірні системи видалення пилу. Температура поверхні циліндра 130 - 160 °С. Для інтенсифікації процесу сушіння методом високотемпературного конвективного теплообміну над сушильним циліндром установлений ковпак швидкісного сушіння [2].

Гідророзбивач макулатури вертикальний ГРВ ST-7

Гідророзбивач ГРВ ST-7, кількість: 2 шт.

Технічна характеристика:

- матеріал: незабруднені напівфабрикати, макулатура
- продуктивність: 40-120 т/добу
- об'єм ванни: 43 м<sup>3</sup>
- потужність електродвигуна: 315 кВт

Вихрові конічні очисники типу ОМ-02 мають наступні технічні характеристики:

діаметр очисника - 215 мм;

пропускна здатність - 1000 л/хв;

ступінь очистки металевих частин розміром більше 3 мм, не менше 80%;

Габаритні розміри, м:

- довжина 1,02;

- ширина 0,94;

- висота 3,35.

Схемою передбачено по одному очиснику маси ОМ – 02 на кожен потік

З урахуванням кількості сухого браку обираємо гідророзбивач типу ГРВ-02, для основного потоку що має наступні характеристики:

- матеріал: незабруднені напівфабрикати, макулатура

- продуктивність: 30-120 т/добу

- об'єм ванни: 12м<sup>3</sup>

- потужність електродвигуна: 132 кВт

Млин дисковий здвоєний МДС – 24 призначений для розмелювання волокнистих напівфабрикатів [ ].

Діаметр дисків – 800 мм;

Частота обертання ротора - 750 хв-1

Установочна потужність– 630 кВт;

Потужність холостого ходу – 210 кВт;

Окружна швидкість ротора – 31,4 м/с ;

Продуктивність – 70...240 т/добу;

Маса – не більше 13 т.



Установка вихрових очисників марки УВК-90-01, має наступні характеристики [11]:

- продуктивність, т/добу: 90;
- пропускна здатність очисника, л/хв: 125;
- діаметр, мм:
- очисника: 80;
- отворів насадки: 13;
- габаритні розміри, мм: 6,48\*4,8\*2,59;
- маса з насосом та двигуном, т: 9,85.

Флотаційна установка EcoCell

Об'єм потоку на вхід у флотаційну комірку – 10600 л/хв

Максимальний тиск на вхід – 0,9 бар

Концентрація маси – 1,0 – 1,4%

Температура маси - 35-75°C

Кількість 2 шт

Ефективність видалення друкарської фарби - більше 90 %.

Термодисперсійну установку для потоку макулатурної маси обираємо марки УМ-05, яка призначена для рівномірного диспергування домішок клейкого характеру, які містяться в макулатурній масі та має наступні технічні характеристики [ ]:

- Продуктивність – 60-80т/добу
- Концентрація маси що надходить – 3,0-6,0%  
після згущення – 25-30%'  
після диспергування і розведення легкоплавких і розм'якшувальних речовин , не більше – 10%
- Ступінь млива макулатурної маси, що поступає на диспергування, не більше – 40 °ШР.
- Температура пропарювання, не більше – 96°C

- Потужність – 472,1 кВт
- Витрата енергії на 1 т повітряно-сухого волокна – 8-12кВт/год

#### Бак постійного рівня

Кількість: 1, об'єм: 1,5 м<sup>3</sup>, матеріал: сталь неіржавіюча

#### Сортувалка VDT-40

Технічна характеристика:

- площа сита: 1,2 м<sup>2</sup>;
- продуктивність: 4 – 110 т/добу;
- найбільша концентрація сортованої маси: 1,3%;
- перепад тиску: 0,02-0,05 МПа;
- кількість лопатей ротора: 4 шт.;
- частота обертання ротора: 424 хв<sup>-1</sup>;
- діаметр отворів сита: 1,2-2,4;
- потужність електродвигуна: 17 кВт;
- габаритні розміри: 2,20х1,32х1,42 м.

#### Сортувалка MODUSCREEN T4D

Призначена для дорозпуску відходів після напірної сортувалки-доволокнювача VDT-40 та компонування відходів з їх подальшим виведенням з технологічного потоку.

- Продуктивність – 30-40 т/доб ;
- Масова частка волокна, % – 1,5- 2,0
- Потужність двигуна – 110 кВт;
- Тип ротору – лопастий
- Площа сортування верхнього сита – 1,2 м<sup>2</sup>
- Діаметр перфорації верхнього сита – 2,6 мм
- Площа сортування нижнього сита – 0,44 м<sup>2</sup>
- Швидкість обертання двигуна, об/хв – 1500

- Кількість 1 шт

#### Шаберний згущувач СШ-25-01

Технічна характеристика:

- Продуктивність при роботі – 70-90 т/добу;
- Концентрація волокна, що надходить – 0,4-1 %, згущеного – 5-7 %;
- Параметри сіткового циліндра – діаметр – 2,0 м;
- довжина – 4,0 м;
- площа бічної поверхні – 25 м<sup>2</sup>;
- частота обертання барабана – 14; 16; 18 хв<sup>-1</sup>;
- споживана потужність – 11 кВт.
- габаритні розміри – 6,00х3,05х2,56 м;

#### Двобарабанний згущувач С2Б-07-М

- Продуктивність – 70-120 т/добу;
- Концентрація волокна, що надходить – 1- 4 %, згущеного – 20 - 40%
- тиск маси, що надходить – 0,1 Мпа

#### Повздовжньо-різальний верстат

Технічна характеристика:

- обрізна ширина 4200 мм.
- робоча швидкість 300-1200 м/хв. (заправочна швидкість 25 м/хв.)
- найбільший діаметр намотуваного рулону 1200 мм., розмотуваного – 2200 мм.
- намотування безштангове, діаметр намотуваної гільзи 90 мм;
- різання паперу по принципу ножиць. Кількість пар ножів: 9-11;
- заправка полотна: нижня

Вузловловлювач закритого типу ВЗ -13 використовують для очищення

макулатурної маси від забруднень волокнистого походження, що мають розміри

більші ніж розміри окремих розмелених волокон [ ].

Площа сита – 2,29 м<sup>2</sup>

Продуктивність – 60...200 т/добу;

Найбільша концентрація сортованої маси - 1,3%;

Перепад тиску – 0,5 МПа;

Кількість лопатей ротора – 4 шт;

Частота обертання ротора - 310 хв.-1

Діаметр отворів сита – 1,4 -2,4 мм;

Потужність електродвигуна - 30 кВт;

Габаритні розміри, м:

Довжина – 2,60;

Ширина - 1,74;

Висота – 1,74;

Загальна маса – 3,0 т.

Схемою передбачено один вузловловлювач закритого типу ВЗ -13

## **2.5 Розрахунок теплового балансу**

Вихідні дані для розрахунку теплового балансу контактного сушіння наведено в табл. 2.5.

Таблиця 2.7 – Вихідні дані для розрахунку теплового балансу

Параметр	Позначення	Значення
Продуктивність, кг / год.	G	1648,265
Початкова вологість матеріалу, %	W <sub>1</sub>	64
Кінцева вологість матеріалу, %	W <sub>2</sub>	7
Початкова температура матеріалу, °C	t <sub>1</sub>	20
Початкова температура повітря, °C	θ <sub>1</sub>	10

Початкова вологість повітря	$F_1$	0.5
Кінцева температура повітря, °C	$\theta_4$	80
Кінцева вологість повітря	$F_2$	0.9
Температура повітря після теплообмінників, °C	$\theta_2$	25
Температура пари, що гріє, °C	$\theta_{\text{пар}}$	130

Таблиця 2.8 – Розрахунок теплового балансу

Стаття приходу / витрати тепла	кДж/год.
Прихід тепла	
1. З паром, що поступає в сушильні циліндри	7520013,297
2. З паром, що поступає в калорифер	934406,4005
3. Тепло використане в теплообміннику	313834,0888
<b>Всього</b>	<b>8768253,787</b>
Витрата тепла	
1. На підігрів матеріалу	584359,5667
2. На сушку в 2-м, 3-м періодах	6778224,463
3. На втрати в навколишнє середовище	45722,03919
4. На втрати з невикористаним повітрям	31383,40888
5. На підігрів повітря в теплообмінників	313834,0888
6. На втрати з повітрям	1119341,583
<b>Всього</b>	<b>8872865,15</b>

Таблиця 2.9 – Результати розрахунку теплового балансу

Показник	Позначення	Значення
Витрата пари в сушильній частині, кг / год.	$D_1$	3425,36556
Витрата пари в калориферах, кг / год.	$D_2$	425,6220537
Загальна витрата пари, кг / год.	$D$	3850,987614
Витрата пари на 1 кг матеріалу, кг / год.	$D_{\text{уд}}$	2,336409898
Кількість повітря, що подається в сушку, кг / год.	$L$	20766,2981
Кількість свіжого повітря, кг / год.	$L_9$	22842,92791

Поверхня теплопередачі для підігріву сушки, м <sup>2</sup>	F <sub>1</sub>	7,420438942
Поверхня теплопередачі для сушіння, м <sup>2</sup>	F <sub>2,3</sub>	109,806516
Загальна поверхня теплопередачі, м <sup>2</sup>	F	117,2269549
Температура повітря на вході в суш. частини, °C	θ <sub>3</sub>	74,66084631
Температура матеріалу при сушці з пост. скор., °C	t <sub>2</sub>	60
Сер. температура матеріалу під періодах 2,3, °C	t <sub>4</sub>	78.9
Сер. температура матеріалу, °C	t <sub>5</sub>	40
Температура матеріалу після сушіння, °C	t <sub>3</sub>	113.55

### **Розрахунок конвективного сушіння паперу**

#### Вихідні дані:

Продуктивність, кг/год	G = 1648,265
Початкова вологість матеріалу, %	W <sub>1</sub> = 64
Кінцева вологість матеріалу, %	W <sub>1</sub> = 7
Початкова температура матеріалу, °C	t <sub>1</sub> = 20
Початкова температура повітря, °C	Θ <sub>1</sub> = 10
Початкова вологість повітря, %	F <sub>1</sub> = 0,4
Температура нагріву в колорифері, °C	Θ <sub>4</sub> = 160
Температура навколишнього середовища, °C	F <sub>2</sub> = 25
Поверхня сушильної камери	F <sub>ск</sub> = 160

#### **Матеріальний баланс сушіння**

Прихід:	кг/год
1. Суха речовина	1648,265
2. Волога з сухою речовиною	2930,2489
3. Сухе повітря	74823,52051
4. Волога з повітрям	233,8705013
<b>Всього</b>	<b>79635,9049</b>

Витрати:

1. Суха речовина	1648,265
2. Волога з сухою речовиною	124,062957
3. Сухе повітря	74823,521
4. Волога з повітрям	3040,056433

**Всього 79635,9049**

#### **Тепловий баланс сушіння**

Стаття приходу/витрати тепла кДЖ/год

Прихід тепла

З повітрям під час підігріву в колорифері 11290882,78

**Всього 11290882,78**

Витрати тепла

1. На підігрівання матеріалу 292182,4423

2. На сушіння під час 2-ого і 3-ого періодах 6810657,86

3. Втрати в навколишнє середовище 4338,43613

4. Втрати на повітря, що йде 4139990,353

**Всього 11290882,78**

#### Результати розрахунків:

Витрати повітря для сушіння, кг/год  $L = 74823,52051$

Сумарні затрати тепла під час сушіння, кДЖ/год  $Q = 7150892,427$

Витрата тепла на 1 кг матеріалу, кДЖ/кг  $Q_0 = 4338,43613$

Поверхня матеріалу для підігріву, м<sup>2</sup>  $F_1 = 41,66594543$

Поверхня матеріалу для сушіння, м<sup>2</sup>  $F_2 = 1085,1194$

Загальна поверхня матеріалу, м<sup>2</sup>  $F = 1274,364201$

Температура повітря на виході з сушіння, °C  $\Theta_3 = 65$

Середня температура повітря в камері, °C  $\Theta = 112,5$

Середня температура матеріалу, °C  $t_1 = 30$

Середня температура матеріалу під час 2,3 періодах, °C  $t_{1,2} = 47,5$

Температура матеріалу після сушіння, °C  $t_3 = 61,25$

### **3 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ НА ВИРОБНИЦТВІ**

Безпека праці являє собою сукупність вимог, встановлених законодавчими актами, нормативно-технічними та проектними документами, правилами та інструкціями, виконання яких забезпечує безпечні умови праці та регламентує поведінку працівника [30].

Безпечні умови праці – це стан умов праці, при яких вплив на працюючого небезпечних і шкідливих виробничих факторів виключено або вплив шкідливих виробничих факторів не перевищує гранично допустимих значень [30].

В процесі праці багато працюючих стикаються з хімічними речовинами, що мають ті чи інші токсичні властивості.

Під дією токсичних речовин в організмі можуть відбуватися різні порушення у вигляді: гострих отруєнь; хронічних отруєнь [31].

Гострі отруєння виникають при впливі великих доз шкідливих речовин протягом не більше однієї зміни й залежать від цілком усунених причин, які, як правило, пов'язані з організацією виробництва, з дисципліною. Усунення таких причин не вимагає особливих капітальних витрат.

Хронічні отруєння виникають в результаті тривалого поступового впливу на працюючих невеликих кількостей шкідливих речовин. У кінцевому підсумку може наступити професійне захворювання, що вимагає відповідного розслідування. Боротися з хронічними отруєннями значно важче, ніж з гострими.

Досягнення нешкідливих концентрацій токсичних речовин в повітрі робочих приміщень, як правило, пов'язане з удосконаленням або заміною технологічних процесів, апаратури, будівель, споруд. Ці заходи потребують великих капітальних витрат [31].



Питаннями по охороні праці на підприємстві займається інженер по охороні праці. В його обов'язки входить проведення інструктажів, ведення журналу та інше.

Усі працівники незалежно від виробничого стажу і кваліфікації повинні один раз на шість місяців проходити повторний інструктаж, а особи, які виконують роботи підвищеної безпеки (зварювальники та ін) – один раз на три місяці. У цехах і на виробничих ділянках, де розташовані робочі місця, відповідальність за безпеку праці несуть начальники цехів і майстри. Здійснення заходів з техніки безпеки та виробничої санітарії контролює старший інженер з техніки безпеки. Вказівки старшого інженера з техніки безпеки може скасувати лише керівник підприємства [32].

Для працівників різних верстатів існують певні відмінності у техніці безпеки на виробництві. Також на підприємстві, під час виробництва продукції, існує велика вірогідність аварійних ситуацій та нещасних випадків. Для таких ситуацій передбачені певні вимоги охорони праці, яких слід дотримуватися:

- у разі виникнення будь-якої аварійної ситуації безпосередньо на робочому місці, на сусідніх ділянках, при небезпеці для людей тощо, слід негайно повідомити керівника, майстра чи іншу особу, яка займає керуючу посаду;

- у випадку відключення електроенергії слід терміново вимкнути все обладнання, яке знаходиться в роботі, підключення його можна виконувати тільки після того, як напруга електромережі буде відповідати нормам;

- під час потрапляння людини під напругу треба негайно вимкнути електроживлення верстата чи ділянки, звільнити людину від впливу електричного струму, надати першу допомогу;

– у разі несправності устаткування чи під час сумнівах у його справності й небезпечності необхідно:

- a) припинити роботу, виконувані операції
- b) вимкнути працюючі машини, зняти з них електроживлення
- c) звернутися до керівника
- d) взяти участь в усуненні виниклої несправності чи її локалізації, не порушуючи при цьому вимог охорони праці.

– у разі скоєння нещасного випадку і травмування людей треба:

- a) повідомити про нещасний випадок керівника
- b) звільнити потерпілого від дій травмуючого фактора
- c) визначити його стан, щоб вирішити, яка потребується допомога, у першу чергу, чи є загроза життю і чи є потреба негайного проведення штучного дихання й масажу серця, при проведенні штучного дихання і закритого масажу серця не припиняти цих дій до появи самостійного дихання і серцевої діяльності у потерпілого до прибуття медичних фахівців; смерть потерпілого можуть встановити тільки вони;
- d) залучити до цих дій осіб, що можуть знаходитися поблизу для спільного надання допомоги й виклику медичної допомоги;
- e) при прибутті медичних фахівців надавати потрібну їм допомогу;
- f) якщо потерпілий зможе самостійно іти до лікувально-профілактичного закладу або у медпункт – супроводити його, бо в цей час його стан може раптово погіршитися;
- g) якщо це можливо, намагатися зберігати предмети і обставини, за яких скоївся нещасний випадок; при неможливості цього – запам'ятати суттєві факти та обставини;
- h) при розслідуванні нещасного випадку за потребою повідомити про всі обставини його скоєння [32].

У разі настання нещасного випадку чи аварійної ситуації на підприємстві проводяться заходи, які передбачені вимогами.[33] Також на підприємстві є у наявності засоби індивідуального захисту, аптечки, вогнегасники та інше. На даному підприємстві питанню охорони праці надається велика увага, оскільки у його історії траплялися випадки, що призводили до травм працівників. У разі отримання для використання нової хімічної речовини з метою зберігання або використання в технологічному процесі, всіх робітників потрібно своєчасно інформувати про правильне та безпечне поводження з нею.[33] Щоб уникнути матеріальних втрат та нещасних випадків необхідно планувати та підтримувати у порядку місця зберігання. Відповідний стан сховищ дуже важливий з точки зору безпеки і спеціальна увага повинна бути приділена зберіганням несумісних речовин, правильному розміщенню виробів і кліматичних умов.[33] Повинні бути розроблені відповідні інструкції про встановлений порядок зберігання, а в місцях зберігання повинні бути дані про безпеку хімічних речовин. Розташування хімічних речовин різних класів має бути відображено на картах і в хімічному реєстрі. Реєстр повинен містити максимально допустиму кількість всіх хімічних виробів. Всі речовини повинні бути отримані в центральному місці розподілу по коморах, сховищам, лабораторіям. Хімічні речовини, що зберігаються, повинні періодично оглядатися. Хімічні речовини з простроченими термінами зберігання або ті, що знаходяться в невідповідних або негерметичних контейнерах, повинні бути безпечно видалені. Повинна використовуватися система зберігання запасів. Зберігання небезпечних речовин повинно контролюватися компетентною й спеціально навченою особою. Всі робітники, яким потрібно бувати в складських приміщеннях, повинні знати правила безпечного порядку роботи, а співробітник з служби ОП підприємства має періодично оглядати всі площі зберігання. Пожежна команда повинна бути розташована всередині чи поблизу складських приміщень [33].

## 4 СТАРТАП-ПРОЕКТ

На сьогоднішній день є актуальним вдосконалення облагородження макулатурної маси для виготовлення туалетного паперу. Цей папір має показники якості, наближені до рівня туалетного паперу виготовленого із целюлози, а його виробництво є економічно вигіднішим ніж з первинного волокна.

Зміст ідеї стартап-проекту наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Реконструкція технологічного потоку ПрАТ «Київський картонно-паперовий комбінат» з виробництва туалетного паперу з облагородженої макулатури	Папір санітарно-гігієнічного призначення	1. Туалетний папір з макулатури
		2. Туалетний папір з облагородженої макулатури економічно вигідніший, ніж виготовлений з целюлози

Після цього було проведено порівняння із пропозиціями конкурентів, — проводився аналіз щодо таких показників як слабкі та сильні сторони, результати аналізу наведено в табл. 4.2 [36].

Таблиця 4.2 – Визначення сильних, слабких характеристик ідеї проекту

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів				W (слабка сторона)	S (сильна сторона)
		Вибілений туалетний папір з макулатури	Т.П. «Обухів 65»	Т.П. «Soffio ne»	Т.П. «Диво»		

1.	Нижча вартість, ніж целюлозного паперу					Вища вартість, ніж у макулатурного паперу	Нижча вартість, ніж у целюлозного паперу
2.	Вища якість, ніж макулатурного туалетного паперу					Нижчі фізико-механічні характеристики, ніж у целюлозного паперу	Вища білість паперу

#### *Технологічний аудит ідеї проєкту*

Перевіряли на відповідність встановленим критеріям технології, які допоможуть реалізувати ідею проєкту (технології виробництва товару). Для цього проаналізували такі чинники (табл. 5.3):

- технологія для виготовлення товару відповідно ідеї проєкту?
- наявність таких технологій, необхідність їх створення/доопрацювання?
- доступність таких технологій власникам проєкту?

Результати аналізу наведено в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Технологічна здійсненність ідеї проєкту

№ п/п	Ідея проєкту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
		Технологія 1 (технологія ви-	Чи вони наявні, або ж необхідно їх роз-	Чи вони доступні авторам проє-

		готовлення товару, надання послуги)	робити/доробити?	кту?
1	Одержання туалетного паперу з облагороженої макулатури	Додаються до діючої схеми підготовки макулатурної маси технологія флоатації та вибілювання маси	Такі технології наявні на інших виробництвах.	Ці технології загальнодоступні до впровадження у виробництво
Таким чином реалізація проекту є можлива, для впровадження цього проекту доцільно в існуючу технологічну схему переробки макулатури додати процеси флоатації, термодисперсійного оброблення маси та вибілювання розчином $H_2O_2$ в лужному середовищі.				

Для аналізу ринкових можливостей запуску стартап-проекту проводилось планування напрямків розвитку проекту. Вдалій реалізації сприяє:

- стан ринкового середовища;
- ринкові можливості та загрози;
- попит серед потенційних клієнтів;
- вивчення конкурентоспроможних проектів

Спочатку проводили аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку результати аналізу наведено в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	1 підприємство
2	Загальний обсяг продаж, т/рік	20 000

3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	немає
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	ТУ, ДСТУ
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	7 %

Також проаналізували ринкове середовище: і розроблено таблиці чинників, які необхідно врахувати для ринкової реалізації проекту, а також врахували чинники, що можуть цьому завадити. Результати аналізу наведено в табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
	Базова потреба, санітарно-гігієнічні потреби	Потенційними клієнтами являються споживачі, які відрізняються купівельною спроможністю: низька; середня; висока.	Дана продукція більше підходить для цільового сегменту з низькою та середньою купівельною спроможністю.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- до продукції: висока якість, зручний формат, білий колір, приємний зовнішній вигляд, приємлива ціна.</li> <li>- до компанії-постачальника: вчасна поставка</li> </ul>

Результати аналізу середовища ринку та факторів загроз наведено в табл 4.6.

Таблиця 4.6 – Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Війна	Закриття фабрики; мобілізація працюючого персоналу	Перерва в роботі підприємства;  Зменшення кінцевої продукції, які випускаються
2	Падіння ринку	Поганий збут продукції, застій товару	Зменшення ціни на продукцію
3	Банкрутство фабрики	Припинення виробництва продукції	Переорієнтація підприємства
4	Висока конкуренція	Поганий збут товару	Зменшення ціни на продукцію
5	Висока ціна на сировину	Висока ціна на виготовлену продукцію, поганий збут товару на ринку	Пошук інших джерел постачання сировини, зменшення якості товару
6	Погодні умови	Невчасна поставка сировини	Пошук додаткових джерел поставки сировини

Результати аналізу факторів можливостей, наведено в табл. 4.7.

Таблиця 4.7 – Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Зовнішня політика	Експорт продукції	Розширення ринку, збільшення прибутку
2	Кваліфікація персоналу	Високо налагоджене виробництво	Збільшення продуктивності, кращий збут продукції



Далі проводили аналіз загальних рис конкуренції на ринку, результати наведено в табл. 4.8.

Таблиця 4.8 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Вказати тип конкуренції - чиста	Існує багато підприємств з виробництвом схожим асортиментом продукції	Вища якість продукції за доступну ціну
2. За рівнем конкурентної боротьби - локальний	Прийнятний клімат, інвестиційна привабливість, захищеність прав власності, рівень безпеки, близькість до науково-освітніх центрів, наявність кваліфікованого персоналу, позитивні демографічні тенденції	Збільшення продуктивності виробництва
3. За галузевою ознакою внутрішньогалузева	Туалетний папір є одним із видів целюлозно-паперової продукції	Виготовлення паперу з облагородженої макулатури, дає можливість отримати продукцію вищої якості за доступною ціною
4. Конкуренція за видами товарів: - товарно-видова	Туалетний папір є одним із видів целюлозно-паперової продукції	Виготовлення паперу з облагородженої макулатури, дає можливість отримати продукцію вищої якості за доступною ціною

5. За характером конкурентних переваг - цінова	На продукцію встановлена ціна	Невисока вартість товару, адже сировиною є макулатура
6. За інтенсивністю - марочна	Власне виробництво торгової марки	Приваблива упаковка, яка притягне увагу споживачів

Після цього дослідили і визначили можливість конкуренції в даній сфері виробництва, результати наведено табл. 4.9.

Таблиця 4.9 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
Складові аналізу	Т.П. «Обухів 65», «Диво», «Панда»	Бар'єром входження на ринок може бути місткість галузевого ринку	у постачальників немає факторів сили	товари стандартний рівень диференціації низький	фактор загрози через ціну та рівень інновації
Висновки:	Вищавартість ніж у макулатурного паперу; нижчі фізико-механічні характеристики ніж у целюлозного паперу	- є можливості входу в ринок - є потенційні конкуренти Строки виходу на ринок 6 місяців.	Постачальники не диктують умови роботи на ринку.	Клієнти не диктують умови роботи на ринку.	Обмеження для роботи на ринку через товари замітники можливе.

Проаналізувавши табл. 4.9 та врахувавши ідеї проекту в табл. 4.2, потреби споживачів до продукції в табл 4.5 та фактори маркетингового середовища в

табл № 4.6-4.7 визначили фактори конкурентоспроможності, результати наведено в табл. 4.10.

Таблиця 4.10 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Низька ціна	Продукція відносно дешева тому, що виготовляється з макулатури.
2	Білість	Продукція білого кольору, за невисоку ціну
3	Якість, фізико-механічні показники	Продукція якісна, адже проходить багато ступенів очистки та фізико-механічні показники задовільняють вимоги стандарту.

За факторами конкурентоспроможності (табл. 4.10) провели аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту, результати наведено в табл. 4.11.

Таблиця 4.11 – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з ... (назва підприємства)						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Низька ціна	19		+					
2	Білість	15				+			
3	Якість, фізико-механічні показники	15				+			

На закінчення аналізу ринкової спроможності проекту склали SWOT-аналіз: враховуючи всіх сторін слабких (Weak) і сильних (Strength), небезпек (Troubles) та перспектив (Opportunities), результати наведено в табл 4.12, враховуючи визначені раніше проведені дослідження в табл. 4.11.

Таблиця 4.12 – SWOT- аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: Нижча вартість ніж у целюлозного паперу; вища білість паперу	Слабкі сторони: Вища вартість ніж у макулатурного паперу; нижчі фізико-механічні характеристики ніж у целюлозного паперу
Можливості: збільшення збуту продукції	Загрози: висока конкурентність

Також розробили варіанти ринкових заходів для виведення стартап-проекту на ринок та забезпечити приблизний оптимальний час на реалізацію. Результати аналізу наведено в табл. 4.12.

Таблиця 4.12 – Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
	Для впровадження стартап-проекту потрібно встановити два потоки, нове обладнання для флотації, диспергування	Висока ймовірність	Даний стартап можна впровадити за 6 місяців.

Визначення охоплення ринку: опис сегменту потенційних споживачів, результати наведено в табл. 4.13.

Таблиця 4.13 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів за купівельною спроможністю	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	низька	100 % готовність	Високий попит	Висококонкурентна продукція	Дуже просто

2	середня	100 % готовність	Високий попит	Висококонкурентна продукція	Дуже просто
3	висока	Низька готовність	Низький попит	Низькоконкурентна продукція	Важко
Обрано такі цільові групи як: низька та середня купівлеспроможність					

Результати аналізу стратегії розвитку для роботи в обраних цільових групах ринку наведено в табл. 4.14.

Таблиця 4.14 – Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку*
	Облагородження макулатури	Інтенсивний розподіл	Вища якість за доступною ціною	Стратегія лідерства по витратам

Обирали стратегії конкурентної поведінки, результати наведено в табл. 4.15

Таблиця 4.15 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
	Ні	Забирати існуючих у конкурентів	Буде новий продукт з схожими характеристиками.	Стратегія виклику лідера

Розроблені стратегії позиціонування результати наведено в табл. 4.16.

Таблиця 4.16 – Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
	Вища якість, доступна ціна, приємний зовнішній вигляд товару	Стратегія лідера по витратам	Вища якість за доступною ціною.	1. використання вторинного волокна 2.облагородження макулатурної маси

Сформували маркетингову концепцію товару, який може отримати споживач.

Таблиця 4.17 – Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
	Санітарно-гігієнічна	Вища якість за доступну ціну	Нижча вартість ніж у целюлозного паперу; вища білість паперу

Таблиця 4.18 – Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
	≈ 10 грн	≈ 10 грн	Низький/середній	≈ 6-8 грн

Таблиця 4.19 – Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати посередник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту

	Клієнти зможуть купувати товар, як по одній одиниці, так і партіями.	Збут може виконуватись в магазинах та супермаркетах.	Збут може бути скрізь.	Супермаркет, мережа роздрібних магазинів.
--	--	--	------------------------	---

Спираючись на основу для позиціонування розробили концепції маркетингової комунікації (табл. 4.20).

Таблиця 4.20 – Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
	Групам низької та середньої купівельної спроможності буде цікавий даний товар	Реклами в магазинах	Висока якість з макулатури.	Розказати про товар.	Висока якість, за доступну ціну.

Під час розробки проекту на основі проведених досліджень врахували потенційні групи клієнтів, бар'єри входження, стан конкуренції, конкурентоспроможність проекту та можна зробити висновки, що перспектива впровадження даного стартап проекту є цілком реальним. Також є можливість ринкової комерціалізації, як варіант, для ринкової реалізації проекту доцільно використовувати запропоновану технологію. Вважаю, що подальша імплементація проекту є доцільною.

## ВИСНОВКИ

1. Проведено реконструкцію та удосконалення діючої технологічної схеми виробництва туалетного паперу марки СГ-18 на ПрАТ «Київський КПК». З метою підвищення економічної ефективності виробництва, можливості заміни первинного напівфабриката вторинним та покращення якості готової продукції у данній магістерській дисертації запропоновано такі інновації.

Підготовка макулатурної маси повинна відбуватися двома окремими потоками.

– перший потік: для марок макулатури МС-1А, МС-1А-2, МС-2А-1, МС-2А-2, підмарки МС-2А-2-1 без застосування схеми облагородження макулатурної маси. Це дає можливість не пошкоджувати волокно та зменшити його безповоротні втрати.

– другий потік: для марок макулатури МС-6Б-3, МС-7Б1, МС-7Б-2, МС-8В-1, МС-8В-2, МС-8В-3, а також підмарок МС-7Б-1-1 МС-7Б-1-2, МС-7Б-2-1 із застосуванням схеми облагородження, що включає застосування дво-стадійної флотації з використанням флотаційних систем ЕсоСелл для видалення друкарської фарби розміром більше 10 мкм. Використання термо-дисперсійної установки для максимального відокремлення фарби від волокна та усунення клейкої дії всіх включень клейкого характеру. Встановлення промивання після 2-гої стадії флотації для видалення фарби з розміром часток менше 10 мкм і наповнювача, що забезпечує необхідну для санітарно-гігієнічних видів продукції низьку зольність. Введення стадії пероксидного вибілювання для забезпечення білості макулатурної маси 80-90%. Введення стадії постфлотації для очищення оборотної води і повернення її у виробництво.



2. Наведено показники якості макулатури, хімікатів та готової продукції у виробництві туалетного паперу з облагородженої макулатурної маси.

3. Проведено розрахунок матеріального балансу води і волокна. Витрата абсолютно сухого волокна на виробництво туалетного паперу становить 1 003,68 кг, витрата свіжої води на виробництво 1 т готової продукції становить 38140,96 кг.

4. Виконано розрахунок теплового балансу, згідно якого необхідно тепла 8872865,15 кДж/год на контактне сушіння паперу і 11290882,78 кДж/год на конвективне сушіння.

5. Виконано вибір основного технологічного обладнання процесів підготовки макулатурної маси та виробництва паперу.

6. Описано правила техніки безпеки на виробництві туалетного паперу з облагородженої макулатурної маси.

7. Розроблено стартап-проект виробництва туалетного паперу з облагородженої макулатурної маси.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бояринова К.О. Інноватизація та інтелектуалізація виробничого середовища машинобудівного підприємства / К.О. Бояринова // Технологічний аудит и резервы производства — 2016. — № 1/3(27). — С. 76-80.
2. Офіційний сайт Київського КПК URL: <http://www.papir.kiev.ua/ua/> (дата звернення 26.09.2020)
3. Примаков С.П., Барбаш В.А. Технологія паперу і картону: Навчальний посібник для вузів — К: ЕКМО, 2002. — 396 с.
4. Сайт компанії «Фойт Пейпер» веб-сайт. URL: <http://voith.com> (дата звернення 15.10.2020)
5. Ванчаков М.В., Кулешов А.В., Александров А.В., Гаузе А.А. Технология и оборудование переработки макулатуры: учебное пособие/ ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб., 2019. Часть III. - 139 с.
6. Флотація макулатурної маси [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студентів спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», освітньої програми «Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології» / О. Мовчанюк, А. Остапенко; КПП ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 1,36 Мбайт). Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2020. 77 с.
7. CTP PTS The 4-th Advanced training course on deinking technology, vol. 9 Physico – chemical of Leinking. 1999, Yrenoble. -58 p
8. Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3 т.
9. Т. І. Сырье и производство полуфабрикатов. Ч. 3. Производство полуфабрикатов. — СПб.: Политехника, 2004. — 316 с.:ил.
10. Чичаев А. В., Васильев А, А., Васильев И. А. и др. Оборудование целлюлозно-бумажного производства. — М.: Лесная пром-сть, 1981. — 368 с.
11. Пузирев С.С., Кобалева О.П., Цветкова Г.Н. Переработка макулатуры: Учебное пособие. СПб.,:СПбГЛТА, 2003, 44 с.

12. [https://www.valmet.com/globalassets/media/downloads/white-papers/board-and-paper-making/wppb\\_rebuildingproduction.pdf](https://www.valmet.com/globalassets/media/downloads/white-papers/board-and-paper-making/wppb_rebuildingproduction.pdf) (дата звернення 27.09.2020)
13. Кравченко М. И., Шиянов В. А., Томп В. И. и др. Новые методы промывки целлюлозы // Сб. тр. ВНИИБ. — М.: Лесная пром-сть. — 1980. — С. 63-67.
14. З. Р. Снангенберг. Перспективы в области переработки макулатуры // Сб. пленарных докл. на научнотехнич. конф. PAPFOR-94. — СПб., 1994. — С. 166-183
15. Сэтяля Ю. Использование макулатуры в производстве печатных и писчих бумаг. Каковы возможности в этой области? Экологически безопасный завод будущего в целлюлозно-бумажной промышленности // Матер, междунар. симпозиума, 16-17 апреля 1991 г., Ленинград.
16. Спихнулин Н. И. Формные и печатные процессы (Технология и систематизация). Кн. 1 — М.: Книга, 1989. — 360 с.
17. Рендес А. Отбелка макулатуры // Сб. пленарных докл. на пятой междунар. конф. PAPFOR-98. — СПб., 1998. С. 161-178.
18. Nache M., Joachimides T. The influence of bleaching on color in deinking pulps // Tappi Journal. — 1992. — Vol. 75. — № 7. — P. 187.
19. Тарасова О.В. Теоретико-методологічні основи інноваційної діяльності підприємств / О.В. Тарасова // Науковий журнал «Економіка харчової промисловості» — 2012. — № 1 (13). — С. 37-41.
20. Галюк, І. Б. Теоретичні аспекти інноватизації як об'єктивного процесу розвитку економічних систем [Текст] / І. Б. Галюк // Економічний вісник Національного гірничого університету. — 2012. — № 3. — С. 12–17.
21. Ванчаков М. В. Технология и оборудование для переработки макулатуры : учебн. пособ. / М. В. Ванчаков, А. В. Кулешов, Г.Н. Коновалова. — СПб. : ГОУВПО СПбГТУРП, 2010. — Ч. II. — 82 с.

22. Шабалин М. Флотация макулатурной массы / М. Шабалин, Э. Аким // Целюлоза. Бумага. Картон. – 2006. – № 8. – С. 58-62.
23. Кикоть В. С. Разработка и исследование комбинированных методов индентификации проектируемых объектов на основе принципа самоорганизации : автореф. дис. ... канд. техн. наук / В. С. Кикоть. – К., 1984. – 22 с.
24. Нормативно-техническая документация и ГОСТы на сырье, и готовую продукцию.
25. Технологический регламент подготовки массы для производства бумаги. Книга 2. Охрана окружающей среды. Безопасная эксплуатация производства.– г. Обухов, 2006 г. – 115 с.
26. Иванов С.Н. Технология бумаги. – М.: Лесн. пром-сть, 1970. – 696 с.
27. Фляте Д.М. Технология бумаги. – М.: Лесн. пром-сть, 1988. – 440 с.
28. Справочник бумажника. Том II. Изд. 2-е, переработанное и дополненное. М.: - «Лесная промышленность», 1965. – 852 с.
29. Бумагоделательное оборудование. Каталог. – ЗАО «ПЕТРОЗАВОДСКМАШ».: Издательство «Скандинавия» , 2002 г.
30. Жидецкий В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. Підручник. – Вид.5-те, доповнене. – Львів: Афiша, 2000. – 350 с.
31. Охрана труда в химической промышленности / Г.В. Макаров, А.Я. Васин, Л.К. Маринина, П.И. Софинский, В.А. Старобинский, Н.И. Торопов. – М., Химия, 1989. – 496 с.
32. Правила по охране труда в целлюлозно-бумажной промышленности: НПАОП 21.0-1.01-87. Харьков : Видавництво "Індустрія", 2008, 236 с
33. Электробезопасность на промышленных предприятиях: Справочник / Р.В. Сабарно, В.Г. Степанов, А.В. Слонченко, Г.Д. Харламов. – К.:Техніка, 1985. – 288 с., с ил. Библиогр.: с.284 – 286. 50000 экз.

34. Каталог вітчизняних засобів індивідуального захисту працівників / В.Д. Воробйов, М.О. Лисюк, В.Г. Миколенко, В.А. Плетньов. / Під загальною ред. М. О. Лисюка / . – Дніпропетровськ.: Зоря, 2004. –167 с.
35. Герасимчук В.Г., Розенплентер А. Е. Економіка підприємства: Навч. Посіб. – К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка»», 2003. – 264 с.
36. Підлісна О.А., Янковий В.В., Дорошенко М. П. Методичні вказівки до виконання організаційно-економічної частини дипломних проєктів для студ. хіміко-технологічних спец. усіх форм навчання. – Київ.: «Видавництво «Політехніка»», 2002. – 28 с.
37. Національна Стратегічна програма розвитку целюлозно-паперової промисловості України до 2020 року, 2018 р.

## ДОДАТОК А

Збірник тез доповідей XVIII міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 544.726:537.311.3

### ЕЛЕКТРОПРОВІДНІСТЬ КАТІОНООБМІННИХ ЦЕЛЮЛОЗНИХ МЕМБРАН ДЛЯ ЕЛЕКТРОДІАЛІЗУ

магістрант Кекух М.В., к.т.н., доц. Мовчанюк О. М

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Метод електродіалізу широко використовується для очищення води від розчинних солей. Головною перевагою процесу електродіалізу з іонітовими мембранами є те, що всі іони, які видалені з камер знесолення, можуть збиратися в камери концентрування, які межують з наступними камерами знесолення [1, 2].

В даний час відомо кілька сотень мембранних матеріалів, з них близько 50 типів належать до іонообмінних мембран. Заряджені мембрани добре проводять електричний струм і мають властивість вибірково пропускати іони певного знаку. За знаком заряду матриці мембрани поділяються на катіонообмінні, аніонообмінні та біполярні. Ідеально селективна катіонообмінна мембрана має пропускати на 100% лише катіони, але повинна служити бар'єром для потоку аніонів [2].

За фіксовані іони для катіонообмінних мембран використовують такі групи:  $-\text{SO}_3$ ,  $-\text{COO}$ ,  $-\text{PO}_3$ ,  $-\text{HPO}_2$ ,  $-\text{AsO}_3$ ,  $-\text{SeO}_3$ . Негативний заряд цих груп компенсується позитивними протиіонами. Природа фіксованих зарядів і протиіонів істотно впливає на селективність і електропровідність мембран. Більшість промислових катіонообмінних мембран містять сульфогрупи. Електродіалізні мембрани найчастіше виготовляють на основі іонообмінних смол з полістиролу, що зшитий дивінілбензолом. Ці матеріали являють собою полімерні композиції гетерогенного типу, що складаються з розмеленої в пудру смоли (60–65 мас.%) і інертних полімерів (поліетилену, полівінілхлориду та інших добавок), і часто містять армуючі волокна для надання мембрані механічної міцності.

На рис. 1 схематично зображено катіонообмінну мембрану як фрагмент електромембранної системи [2].



R – фіксовані іони; K, A – протиіони і коіони в мембрані і розчині електроліту; 1 – ланцюги полімерної матриці, що утворюють каркас; 2 – містки полімерного крос-агента, що зшивають основні полімерні ланцюги; 3 – включення інертного полімеру, що додає композиції термічну і механічну міцність

Рис. 1. Схематичне зображення фрагмента електромембранної системи

Мембрана являє собою поліелектроліт, тобто плівку, що добре набухає, і має на полімерній матриці фіксовані негативні заряди. Висока щільність цих зарядів всередині макромолекули створює так званий просторовий заряд, який компенсується еквівалентним числом зарядів протилежного знака – протиіонами. Останні в околиці пришитих, фіксованих зарядів створюють іонну атмосферу і забезпечують електронейтральність полімеру. У мембрані міститься також невелика кількість рухливих іонів, що мають однаковий знак

**Збірник тез доповідей XVIII міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"**

заряду з фіксованими іонами, які називаються коіонами. Під час контакту мембрани з розбавленим розчином електроліту коіони практично повністю виключаються з фази мембрани і не беруть участі в перенесенні струму. Цей ефект називають «доннанівським винятком». Накладення на мембрану постійного електричного поля спричиняє спрямований рух протііонів, або електроміграцію. Тому кажуть, що ідеальна мембрана, яка набухла у воді або розчині електроліту, є поліелектролітом з уніполярною провідністю (на відміну від розчинів електролітів, де струм переносять і катіони і аніони). Питома електропровідність мембран порівнянна з електропровідністю розчинів електролітів. У сухому стані ці мембрани майже не проводять струм, і їх відносять до діелектриків.

Висока електропровідність і ідеальна селективність мембран – це їх основні транспортні властивості, що забезпечують високу продуктивність електромембранного процесу поділу. Збільшення електропровідності пов'язано з ростом кількості впроваджених в обсяг мембрани переносників заряду. Між електропровідністю і селективністю існує певний функціональний зв'язок [2].

Мета роботи – оцінити вольт-амперну характеристику нових целюлозних катіонообмінних мембран; порівняти її з серійною катіонообмінною мембраною МК-41.

Катіонообмінні целюлозні мембрани виготовлялися в лабораторії за методикою [2, 3]. Одна частина мембран була виготовлена з модифікованої аніонним реагентом сульфатної хвойної вибіленої целюлози, друга частина була отримана шляхом просочення зразка з немодифікованої целюлози розчином того ж аніонного реагенту.

Для визначення вольт-амперної характеристики мембран і модельного розчину електроліту використовували двокамерну комірку, схема підключення якої наведена у [2]. Розчином сульфату натрію концентрацією  $20 \text{ г / дм}^3$  заповнювали обидві камери. Використовували електроди з



**Збірник тез доповідей XVIII міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"**  
нержавіючої сталі 12Х18Н10Т і змінний струм. Напругу встановлювали в діапазоні від 1 до 10 В. З кроком в 1 В фіксували значення сили струму.

Визначали питомий електричний опір і електропровідність целюлозних мембран та серійної катіонообмінної мембрани МК-41, що виготовляється на основі фосфорнокислотного катіонообмінника.

Отримані результати показали, що залежності сили струму від напруги є лінійними. Просочені аніонним реагентом целюлозні мембрани мають питому електропровідність на рівні серійної катіонообмінної мембрани МК-41. Питома електропровідність мембран з модифікованої целюлози на 18-22 % нижча. Подальші дослідження будуть спрямовані на визначення чисел переносу протиіонів та селективності нових мембран.

#### **Перелік посилань:**

1. Мовчанюк О.М., Гомеля М.Д. Гетерогенные ионообменные целлюлозные мембраны для электродиализа // Энерготехнологии и ресурсосбережение. 2016. № 4. С. 51 – 60.
2. Горячий Н.В. Электромембранные процессы: учебное пособие. – М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева. 2007. URL: [http://www.175720.patriot-izdat.ru/books/?id\\_b=14](http://www.175720.patriot-izdat.ru/books/?id_b=14) (Дата звернення: 30.04.2020).
3. Патент України на корисну модель № 106565, МПК В01D 61/00, В01D 67/00. Спосіб отримання гетерогенних іонообмінних мембран / О.М. Мовчанюк, М.Д.Гомеля, А.В.Семенюк. – № u201511621; заявл. 24.11.15; опубл. 25.04.16, Бюл. № 8.

## ДОДАТОК Б

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 676.252.2:676.038.2:676.02/.05

### **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБЛАГОРОДЖЕННЯ МАКУЛАТУРНОЇ МАСИ У ВИРОБНИЦТВІ САНІТАРНО- ГІГІЄНИЧНОГО ПАПЕРУ**

магістрант Кекух М.В., к.т.н., доц. Мовчанюк О.М.

**Національний технічний університет України**

**«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Основна мета процесу облагороджування маси із задрукованої макулатури – відновлення білості і чистоти до рівня, що забезпечує можливість її використання замість вибіленого целюлозного волокна для виробництва писально-друкарських, санітарно-побутових та інших видів білого паперу [1]. Важливим етапом облагородження макулатурної маси (ММ) є видалення з неї частинок друкарської фарби. Це здійснюється двома способами: промиванням та флотацією.

Основні властивості санітарно-гігієнічних видів паперу (tissue) - м'якість і вбирність – потребують відсутності в макулатурній масі частинок зольних елементів (наповнювачів і крейдувальних покриттів), друкарської фарби і лишкових речовин. Головною проблемою підготовки макулатурної маси для виробництва tissue є зниження вмісту липких речовин і зольних елементів, вміст останніх має бути зменшений до 1,0 – 1,5%. Тому в технологічні схеми підготовки маси необхідно включати промивання, що є ефективним для видалення домішок розміром менше 30 мкм [2, 3].

Промивання здійснюють шляхом попереднього розбавлення ММ водою та її подальшого згущення. При промиванні відбувається фільтрація ММ і видалення тонкодисперсних частинок домішок, а також розчинених і колоїдних речовин, що негативно впливають на процеси виготовлення паперу та якість готової продукції. До розчинених і колоїдних речовин відносяться різні неорганічні і органічні сполуки, що можуть підвищити ХПК оборотної та

212

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

стічної води, а також збільшити аніонне забруднення ММ [2].

Для підвищення ефективності процесу промивання ММ необхідно проводити його в кілька ступенів. Коли частинки фарби достатньо дисперговані, на одній стадії промивання можна видалити до 85% частинок, а за використання трьох та більше ступенів промивання (в умовах експерименту) – до 99%. Практично ж отримати такого видалення частинок неможливо, завдяки окремим частинкам фарби, що повторно осаджуються на волокнах. Додаткове промивання підвищує білість ММ на 4 – 5% при втраті 10 – 15% волокна і зольних елементів. Досягнення білості ММ 68 – 72% можливо при втраті дрібного волокна і зольних елементів понад 30% [2].

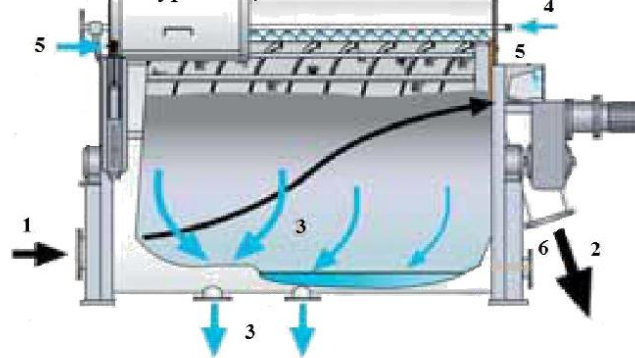
Найбільш важливими показниками маси, від яких залежить продуктивність промивного обладнання, є ступінь млива, концентрація, температура, фракційний склад і вид маси. Для отримання високого ефекту промивання частинки фарби повинні бути добре дисперговані. Цього можна досягти за допомогою, наприклад, термодисперсійного оброблення. Зменшення концентрації маси, що надходить на промивання, як і підвищення концентрації промитої маси, сприяє більш ефективному видаленню з ММ тонкодисперсних твердих частинок [2].

Традиційними апаратами для промивання є згущувачі барабанного типу. До них відносяться шаберні згущувачі та двобарабанні. Перші здатні підвищувати концентрацію маси до 7%, а другі – до 20 – 35%. Широкого розповсюдження отримали стрічкові преси, включаючи двосітковий прес.

Апарат типу OptiThick GAP-Washer фірми Valmet відноситься до групи стрічкових пресів і дозволяє регулювати ступінь зневоднення ММ та видалення дрібних волокон. Технологія GAP-Former забезпечує високу якість промивання ММ за високої продуктивності від (115 до 400 т/добу). Концентрація маси, що надходить на промивання, – 0,7 – 1,4% [2].

Для промивання ММ може бути використаний згущувач OptiThick GT

213



фірми Valmet (рис. 1). Його продуктивність складає 100 – 200 т/добу. Ефективна площа фільтрації барабана становить 80%, концентрація маси, що

надходить, – від 0,1%, промитої суспензії – до 5%. [2].

Рис. 1. Згущувач типу OptiThick GT:

1 – подача маси; 2 – вихід згущеної маси; 3 – фільтрат; 4 – сприски;  
5 – оглядове вікно; 6 – дренаж

Конструкція дискового фільтру OptiThick DF від Valmet дозволяє вийти на новий рівень продуктивності та надійності згущення, і може використовуватися як для промивання ММ, так і для освітлення води [4].

Дисковий фільтр OptiThick DF складається з фільтруючих дисків, що прикріплені до порожнистого центрального вала, який обертається і частково занурюється у ванну з ММ. Вакуум, що створюється всередині вала, спричиняє утворення фільтруючого шару. Під час обертання диска шар волокон збільшується по товщині. Фільтраційна здатність і чистота фільтрату визначаються рівнем вакууму, концентрацією маси, товщиною волокнистого шару. Збільшена продуктивність OptiThick DF є результатом ряду конструктивних особливостей. Сектори мають поліпропіленовий фільтр у вигляді сорочки та кільце ущільнення біля основи сектора. Перше впровадження OptiThick DF відбулося у Монтаржі (Франція), у технологічному потоці підготовки маси для високоякісних сортів санітарно-гігієнічного паперу. Сорочка фільтру WavStar від Valmet (рис. 2) підходить для всіх видів секторів дискових фільтрів. Особливість WavStar полягає в гофрованому полотні, що

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

збільшує поверхню сектору на 29%, а продуктивність – на 10 – 25%, крім того полегшується видалення уловленого волокна з фільтра та спрощується обслуговування [4].

Для високопродуктивних технологічних потоків можна використовувати двобарабанный згущувач TwinRoll Evolution, що має продуктивність понад 2000 т/добу.

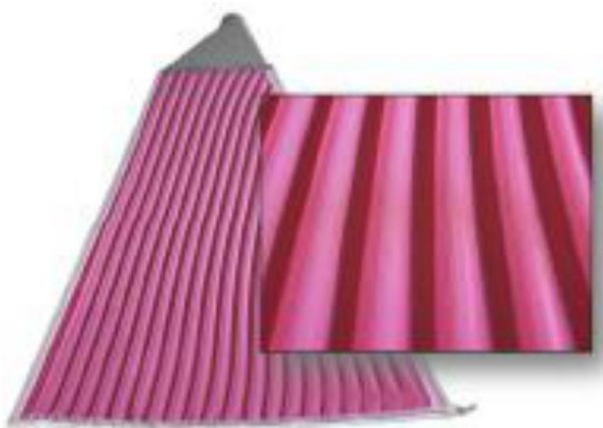


Рис. 2. Фрагмент гофрованого полотна сорочки WavStar

Таким чином, підвищити ефективність облагородження ММ для виробництва санітарно-гігієнічних видів паперу можна, використовуючи стадію промивання. Суттєво покращує ефективність багатостадійне промивання. Додаткове промивання підвищує білість ММ на 4 – 5%. Досягнення білості 68 – 72% можливо при втраті дрібного волокна і зольних елементів понад 30%. А сучасні конструкції двобарабанных згущувачів, GAP-формерів та дискових фільтрів можуть забезпечити високу продуктивність.

#### Перелік посилань :

1. Флотація макулатурної маси [Електронний ресурс] : навч. посіб. / О. Мовчанюк, А. Остапенко. Київ : КПІ ім. І. Сікорського, 2020. 77 с.

2. Ванчаков М.В., Кулешов А.В., Александров А.В., Гаузе А.А.  
215